慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	動作映像の即時フィードバックを用いた技術指導の効果： フライングディスク・サイドアームスロー導入時の事例
Sub Title	Effect of immediate image feedback of a motion image analysis in skills training during early stage teaching of a sidearm throw in flying disk sports
Author	村山, 光義(Murayama, Mitsuyoshi) 村松, 憲(Muramatsu, Tadashi) 佐々木, 玲子(Sasaki, Reiko) 清水, 靜代(Shimizu, Shizuyo) 野口, 和行(Noguchi, Kazuyuki)
Publisher	慶應義塾大学体育研究所
Publication year	2007
Jtitle	体育研究所紀要 (Bulletin of the institute of physical education, Keio university). Vol.46, No.1 (2007. 1) ,p.1- 15
JaLC DOI	
Abstract	The purpose of this study was to compare the improvement in skill with and without immediate image feedback during the learning of a sidearm throw in flying disk sports. We utilized the Dart Trainer Pro application program (Dart Fish Co. LTD) in a personal computer; this program has a feature of delayed image playback. Using a digital video camera, we recorded the throwing motion of students who attended the sports classes at Keio University; among them, few students who were included in the image feedback group, and they immediately watched their respective images on a computer screen. The aim of all the students in the class was to acquire the skill of throwing using a straight disk by a sidearm throw. According to the results, the success rate of throwing a straight disk and self-evaluation for the acquisition of skill in the image feedback group were higher than those observed in the group that did not receive feedback. It was confirmed that immediate image feedback was very effective in improving the throwing skill. In addition, by using the analytical function of Dart Trainer Pro, we demonstrated an instance of improvement / non-improvement in the throwing skill depending on the motion. The next issue in the future to construct a more effective teaching program that combines image feedback and the teaching-matched skill pattern by using such motion examples.
Notes	
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00135710-00460001-0001

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

動作映像の即時フィードバックを用いた技術指導の効果

――フライングディスク・サイドアームスロー導入時の事例――

村山　光義*　　村松　憲**　　佐々木玲子***
清水　静代**　　野口　和行**

Effect of immediate image feedback of a motion image analysis in skills training during early stage teaching of a sidearm throw in flying disk sports

Mitsuyoshi Murayama[1], Tadashi Muramatsu[2], Reiko Sasaki[3], Shizuyo Shimizu[2], Kazuyuki Noguchi[2]

The purpose of this study was to compare the improvement in skill with and without immediate image feedback during the learning of a sidearm throw in flying disk sports. We utilized the Dart Trainer Pro application program (Dart Fish Co. LTD) in a personal computer; this program has a feature of delayed image playback. Using a digital video camera, we recorded the throwing motion of students who attended the sports classes at Keio University; among them, few students who were included in the image feedback group, and they immediately watched their respective images on a computer screen. The aim of all the students in the class was to acquire the skill of throwing using a straight disk by a sidearm throw. According to the results, the success rate of throwing a straight disk and self-evaluation for the acquisition of skill in the image feedback group were higher than those observed in the group that did not receive feedback. It was confirmed that immediate image feedback was very effective in improving the throwing skill. In addition, by using the analytical function of Dart Trainer Pro, we demonstrated an instance of improvement / non-improvement in the throwing skill depending on the motion. The next issue in the future to construct a more effective teaching program that combines image feedback and the teaching-matched skill pattern by using such motion examples.

キーワード：指導方法，投動作，大学体育実技
Key words：Teaching Method, Throwing motion, Sports class in University

緒　言

1．マルチメディアの発達とスポーツ科学への応用

20世紀の終わりに形成されたコンピュータ社会は加速的に発展を続け，21世紀になった現在も，マルチメディアの普及は留まる様子がない。例えば，家庭用ビデオカメラはVHSから8mmテープさらにミニデジタルビデオテープへとその記録媒体が変わり，小型化した。子供の運動会をはじめ多くの生活シーンで活用され，今や一家に1台保有されているといっても大げさではない。また，ビデオカメラ同様にデジタルカメラもパーソナルコンピュータやプリンターの普及とともにスチールカメラの市場を席巻してしまった。また，情報の伝達手段もインターネットや携帯電話の通信，DVDやUSBメモリー

* 慶應義塾大学体育研究所助教授
** 慶應義塾大学体育研究所専任講師
*** 慶應義塾大学体育研究所教授
1) Associate Professor, Institute of Physical Education, Keio University
2) Assistant Professor, Institute of Physical Education, Keio University
3) Professor, Institute of Physical Education, Keio University

等の小型大容量メディア等を媒介にし，より簡便になっている。

こうした時代の中で体育・スポーツの振興においてもマルチメディアの活用，特に映像情報を有効に用いることが近年注目されている。スポーツ技術の獲得において自己の動作映像を見ることは極めて有効と考えられ，古くから多くの指導場面で動作を撮影し技術改善に役立てることが行われてきた。マルチメディア化が進んだ現在，映像・画像などの視覚的情報をより多様な方法で指導に活用することが試みられてきている。例えば，映像を運動後に即時にフィードバックするシステムの開発（小澤ら 2003，清水ら 2004），複数の動画映像の同期や静止画像を軌跡として重ね合わせて比較をする（工藤2005）などがある。また，書籍のテキスト情報と映像情報を組み合わせた電子教材を CD-ROM 版（島ら 2003）およびインターネットサイト（高松ら 2000，島 2004）で活用する試みなどもある。

2．体育教育プログラムへのマルチメディア活用の実態

こうした新たな映像情報の活用が，実際の体育・スポーツ技術指導においてどの程度効果をもたらすか，実践的に検討した例は少ない。特に，競技選手のような高レベルで個別性が強い技術指導ばかりではなく，学校授業の技術導入のような一般性のある場面において，映像のフィードバックがどのような効果をもたらすかといった視点が今，重要な課題と思われる。そこで，我々は，学校授業を対象として映像情報を活用した新たな指導プログラムの開発について検討してゆくこととした。学校授業における映像情報の活用においては，小澤ら（2003）が鉄棒のけ上がりについて，映像の遅延再生によるフィードバック効果を報告している。このような，授業現場での動作映像フィードバックや，複数の映像情報による技術比較は，受講者数や指導内容との対応を十分検討する必要がある。こうした点を考慮した指導プログラムを構築してゆくことが現状の課題である。

3．本研究のねらいと設定課題

以上のように，マルチメディア社会の進行とともに，今後その大学体育・スポーツ科学分野での活用が重要視されるとの認識に立ち，大学体育の指導場面でのマルチメディアの活用の実際的な可能性を探ることとした。指導場面には，フライングディスクのサイドアームスローを導入する１回の授業を設定した。通称フリスビーとよばれるフライングディスクは，プラスチック製の円盤玩具の総称で，個人競技や団体競技が世界統一ルールで実施されているスポーツ種目でもある。日本には1975年以降普及振興が進み，現在多くの学校教育場面でも実施されている（日本フライングディスク協会 1990，大島 2004）。フライングディスクにおいては，ディスクを投げる技術が多様である。その中でもサイドアームスローはバックハンドスローに比較し，一般にあまり知られていないこともあり，指導経験上，技術獲得に時間がかかる者が多いと思われる。この点で，授業内容の中で技術指導が重要性を持ち，映像情報の効果を見る上で適していると考えられる。そこで，本研究では，１回の授業内で映像を即時にフィードバックすることが技術指導にもたらす効果について検討するとともに，実際の指導場面に有効なプログラムを構築するための基礎資料を得ることを目的とした。

方　法

大学の体育実技におけるフライングディスク・サイドアームスロー技術指導を対象に，１回の授業時間内における投法技術の向上に与える，映像の即時フィードバックの効果を検討した。同一内容で展開する異なるクラスにおいて，練習過程で自己動作を視覚的に確認するクラスと確認しないクラスを設定し，技術向上について比較した。

1．映像の即時フィードバックシステム

授業時間内における映像の即時フィードバックとして，Dart Trainer Pro（DARTFISH 社製）のビデオ遅延再生機能（名称＝In The Action 機能の Live Delay）を用いた。Dart Trainer Pro はパーソナルコンピューター（PC）にインストールすることで，ビデオ映像の分析・加工処理が可能なプログラムである。また，ビデオカメラの映像を PC 画面で，同時または遅延させて再生する機能も持ち，２台のビデオカメラからの映像を同一画面上で見ることができる。図１が本研究の動作撮影と映像の即時フィードバックのシステムを示している。２台のデジタルビデオカメラを用い，フライングディスクを目標のターゲットに向って投げる試技者の側方と後方から同時に撮影した。映像はデジタルビデオテープに録画されると同時に IEEE 1394 ケーブルによって PC に送られ，

画面に遅延して映し出される。試技者は投動作を５回連続した後，PC の前に移動し自己の動作映像を確認した。このため，再生の遅延時間を40秒に設定した。Live Delay 機能使用時には PC への同時記録ができないため，授業後，録画テープの映像を PC に取り込み，Dart Trainer Pro の分析・加工処理機能を用い，個人の詳細について検討を加えた。

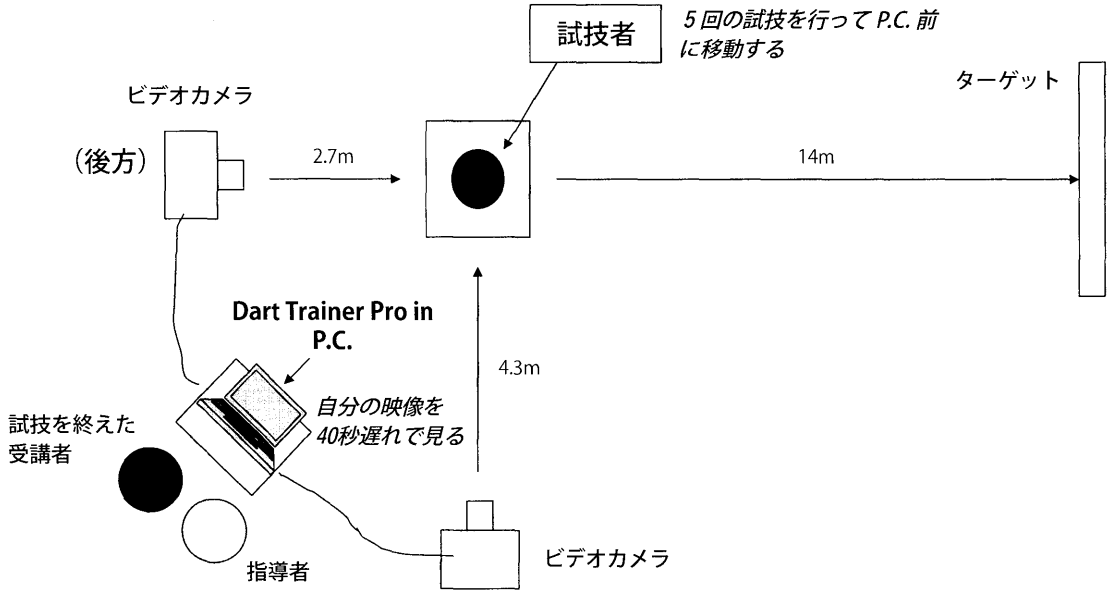

図１．動作の撮影および映像フィードバックのシステム

２．動作課題

フライングディスクにおける投法技術の１つであるサイドアームスローを課題動作とした。フライングディスクの投法においては，バックハンドスローとサイドアームスローが多用される。両者は腕のスイング方向が，テニスのバックハンドストロークとフォアハンドストロークに対応し，サイドアームスローはフォアハンドストロークのように投げ出すものである（図２）。ボールを横投げで投げる動作に似ているためディスクに回転をかけることが容易な反面，ディスクの角度をコントロールすることが難しい。そのため指導経験上「真っ直ぐに投げられない」ケースが圧倒的に多い。このように，サイドアームスローはバックハンドスローに比べて獲得に時間がかかる印象がある。また，指導上もバックハンドスロー，サイドアームスローの順序で指導する例が多い（島 2000）。

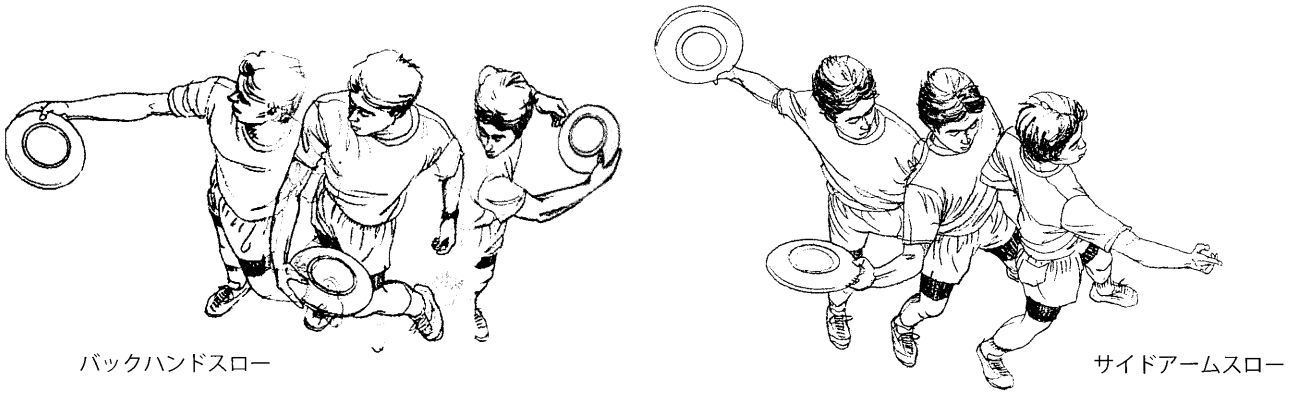

図２．バックハンドスローとサイドアームスロー

（文献：日本フライングディスク協会　1992より改変）

3．目標とする課題と教示内容

フライングディスクは上面に凸となる特殊な形状を持つため，揚力を生じながら特有の飛行性を示す（金澤と太田 1997，Nakamura & Fukamachi 1991）。その揚力と回転の持続により飛行時間が長くなり，追い風では飛距離が伸び，向かい風では滞空時間を延ばすことが可能となる（マークとダン 1979，日本フライングディスク協会 1992）。進行方向に対しては約10度の迎え角を持って安定飛行する（安田と 東1995，安 田1999）が，投げ出される際のディスクの角度によって曲線的な軌道や上昇・下降などの変化を伴った飛行をする。逆にボールのように直線的にパスをするためには，ディスクは進行方向に対して左右がほぼ水平な角度を取って投げ出される必要がある。このように，ディスク投法においては，ディスクの回転・推進力・角度（飛行姿勢）・方向の要素を的確に操作する必要があるとされる（日本フライングディスク協会 1992）。

サイドアームスローにおいても上記の４要素が重要となるが，指導の導入段階ではバックハンドスローに比較してディスクがカーブしてしまうケースが圧倒的に多い。意図して直線的なスローを行うことが難しく，右投げの場合は左方向に曲がりやすい。つまり，ディスクを握った端と反対の端が持ち上がるように角度がついてしまう（進行方向右上がり）。そこで，サイドアームスロー技術練習の初回として，授業の目標および学生への教示を以下のようにしている。

目標：「真っ直ぐなディスク」を投げられるようにすること。すなわち，ディスクが地面と水平になって飛ぶように投げるポイントをつかむ。ディスクの直進性を意識する。

教示：目標を達成する上では，強い回転をかけることに加えて，正しいリリースポイントで，ディスク角度をコントロールする。具体的には，以下の３つを注意する。

①回転：手首で強いスナップをかける。腕を振り過ぎると回転が不足しやすい。

②リリースポイント：体側，腰を通過するあたりでディスクを離す。体の前方にならない。

③角度：リリースポイントでディスクが水平。それ以前の過程でディスクの傾きを余分につくる（ディスクを水平より下方向に傾けてみる）。

ここで，「方向」の要素はあえて指示していない。これは，直進性を重視しているためであり，結果的に目標物にカーブして到達しても水平なディスクを投げなければ意味がない。逆に，方向が逸れても，まずは水平なディスクで直進する方が重要と考えているからである。

4．対　　象

慶應義塾大学体育実技「フライングディスク」及び「ニュースポーツ」の受講者。授業時間内に自己の動作映像を見た場合（Ａ群）と見なかった場合（Ｂ群）を比較することによって，その効果を検討した。

Ａ群（映像フィードバックあり）：

22名（男子19名・女子３名；木曜３時限フライングディスク）

Ｂ群（映像フィードバックなし）：

29名（男子24名・女子５名；金曜２時限フライングディスク・同３時限ニュースポーツ）

なお，ニュースポーツの授業は，フライングディスク以外の種目も実施するが，フライングディスクの投法技術から授業を開始するため，内容が同じ時期を設定した。

5．授業展開

Ａ，Ｂ群いずれのクラスも，サイドアームスロー導入の日を設定し，以下のような授業展開で実施した。なお，設定した日は半期12回の授業のうちの３回目であり，１，２回目にはディスク競技全般に関する紹介やバックハンドスローの投法練習などを経験していた。

1）授業方針の説明：サイドアームスロー導入に当り，ビデオカメラによる撮影を加えることを説明した。撮影をする目的は，

Ａ群ではその場で動作映像を見て練習に役立てること

Ｂ群では映像を翌週までに教員が見て，個人の課題について資料を提示するため

であることを説明した。また，３．に示した本授業内の目標と，そのための注意点および以下の授業展開もホワイトボードを利用して概説し，授業に入った。（約５分間）。

2）基本的説明：サイドアームスローの握り方，回転のかけ方について説明した。ディスクを立てて前方に投げることで，正しい握り方で回転をかけることを練習した。（約５分間）。

3）横投げへ移行：実際のサイドアームスローを教員が実演しながら，３つの注意点を繰り返し説明した。全般に陥りやすい回転不足（腕の振りすぎ），リリース

ポイントの遅れ，不適切なディスクの角度の実例を示した後，二人一組で練習を開始した。(約10分間)。

4）撮影の説明：まず，図1に示すようなセッティングで撮影することを全体に説明した。14m先のターゲットへ連続して5投を行う。[このターゲットは，アキュラシーと呼ばれるフライングディスク競技のもので，高さ1m，1.5m四方の枠内に一定距離・角度からディスクを通過させる数を競うものである（日本フライングディスク協会 1990)]。この際，「真っ直ぐなディスクを投げること」「ターゲット通過ではなく，ディスクの直進性を意識すること」を指示。二人一組の各組を順番に準備させて撮影を行った。(約5分間)。

5）撮影1回目：A群（映像フィードバックありのクラス）では，撮影後PC前に移動して映像を確認した。教員は映像を一緒に見ながら課題点を指摘した。その間に次の受講者が試技を続けるため，映像は連続し，課題を指摘できる時間はほぼ遅延再生されている40秒間であった。この時間に配慮し，B群（映像フィードバックなしのクラス）においては，5投を投げている間にA群と同程度課題点を指摘するようにした。(約25分間)。

6）撮影後の再練習：1回目と2回目の撮影までの待ち時間は二人一組の練習を継続した。

7）撮影2回目：A群は1回目の撮影同様，連続的に自己映像を見ながら教員から向上具合についてコメントをもらった。一方，B群については，5回投げる間に加え，終了後もコメントをした。特に，課題が克服できなかったポイントについては，詳しい説明をし，個別に指導できなかった部分を補うようにした。(約25分間)。

8）自己評価アンケート（内省記録）：全員の撮影終了後，全体的な講評を行い，アンケート調査を実施した。(約10分間)。

9）B群への翌週の対応：録画映像から個人の課題となる点を分析し，特徴的な映像を静止画像として印刷して翌週の授業でフィードバックした。具体的には，Dart Trainer Proの画像の重ね合わせ機能（Stro Motion Fixed）を用い，ディスクや体軸の移動を1つの静止画像に合成した（図3)。この画像を側方と後方について作成し，学生に翌週の授業で返却した。

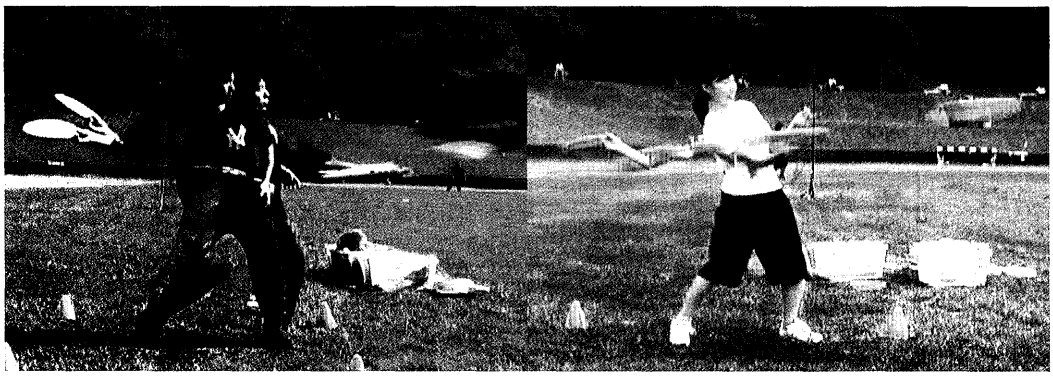

図3．Dart Trainer Proの StroMotion Fixed 機能による合成画像の例

6．自己評価アンケートの内容

前節5．8）に示したように，授業を終了するにあたり，練習成果に関する自己評価アンケートを実施した。アンケートの内容は主に以下のようであった。(詳細は付表1を参照)。

- 授業時間内で到達した自分レベル（5段階）
- 自分の課題（原因）は何であるか（回転・リリースポイント・角度など）
- 投げる時に意識したこと
- 練習中に「こつ」をつかんでいくのに助けとなった項目（見本・説明・助言・映像などを順位付けする）
- 技術指導に対する意見や，授業の感想

7．授業時間内の向上度の比較

A，B群間で授業時間内の技術向上程度を比較するため，以下の点について検討した。

1）課題の向上度（1回目と2回目の撮影試技の比較）

後方からの映像を用い，1回目と2回目の撮影試技（計10投）の内，ディスクが水平に投げられた回数を個人別に集計し，A，B群間で比較した。ターゲット

から方向が逸れてもディスクが左右水平となって曲がらずに進むことを重視し，「真っ直ぐ」を判定した。

2）練習後の内省アンケートの比較

「授業時間内における技術到達レベル」に関する自己評価，および「こつをつかむ上で助けとなった項目」の順位について2群間で比較をした。

3）映像から見た動作の改善・非改善例の分析

真っ直ぐなディスクが投げられない原因，1回目から2回目に向上した際の改善点について，実際の映像を分析し，動作パターンを類型化して2群間で比較を行った。映像の分析にあたっては，Dart Trainer Pro の分析機能（Analyzer）を用いた。Analyzer 機能では2次元平面上の角度や距離について計算することができる。簡易的な計測であるが，画像内の既知長（ディスクの大きさ等）を校正値とすることで，異なる画像間でも距離を比較することができる。この機能を用い，側方からの映像について上肢の関節角度やリリース位置について計測をすることで改善点等を検討した。

結　果

1．練習後の課題成功数の比較

後方からの映像を用い，1回目と2回目のそれぞれ5回の試技中「真っ直ぐ」投げられた回数を個人別に集計した。「真っ直ぐ」の判定には，ディスクの直進性すなわちディスクが左右に傾かず，地面とほぼ水平に進むことを重視した。ターゲットから方向が逸れても，カーブしないで直線的なディスクを投げられた場合を課題達成として数えた。「真っ直ぐ」の課題成功の例を図4の①・②，失敗の例を図4の③・④に示した。①から④の順番で，リリース時のディスク角度が右下がり，（地面と）平行，右上がりと異なることがわかる（図中の赤線）。④はディスクがカーブしてしまう典型的な例であり，リリース時の右上がり角度が明らかに強い。逆に，①では，リリース時に右下がりの角度で投げ出されるが，その後，平行を保って直進している。②と③の角度について同様にみえるが，②の方がリリース時にわずかに右下がりをキープしている。リリース時にほぼ平行にディスクを投げ出してもディスクはカーブしてしまうことがある。この点は，考察で詳しく述べる。

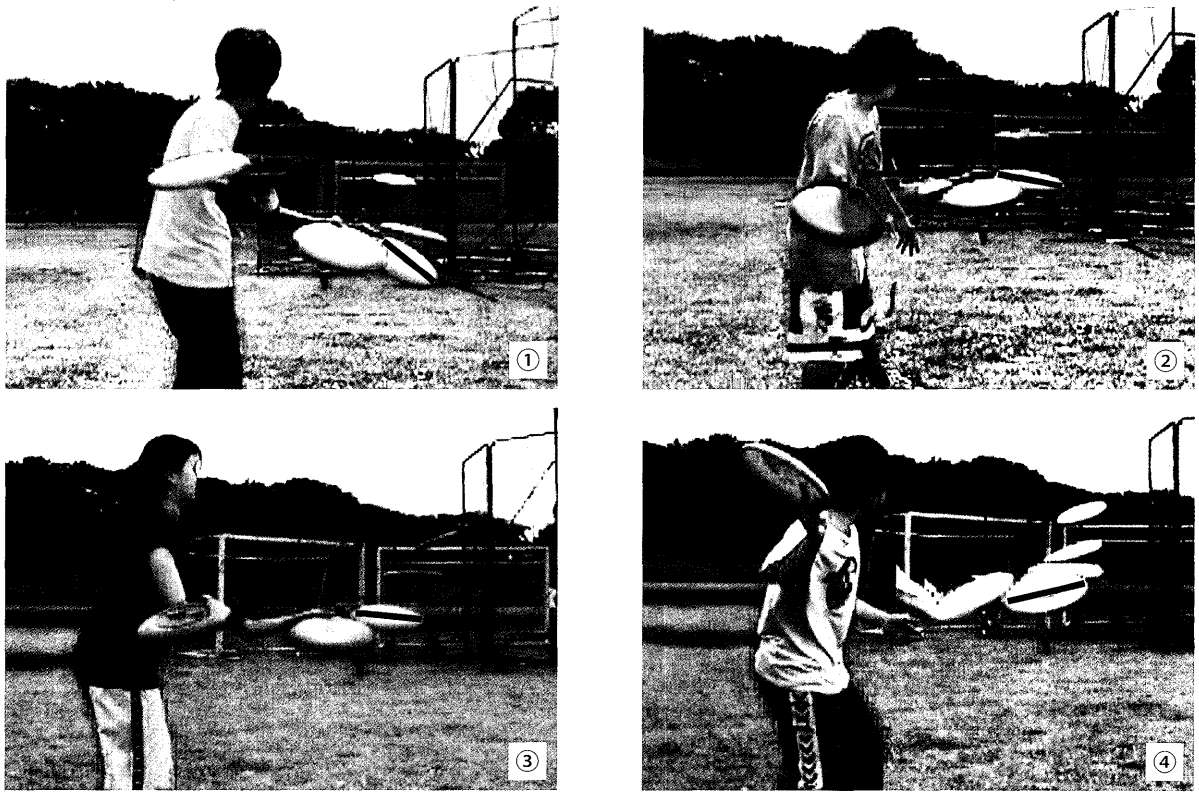

図4．「真っ直ぐなディスクを投げる」課題の成功例①②と失敗例③④

図５は各試技者の１回目，２回目の成功回数をＡ，Ｂ群別にまとめたものである。両群とも，１回目に１投も成功試技ができなかった者は59.1％と62.1％でありほぼ同じであった。練習後の２回目には全体に向上が見られたが，２回目も成功試技ができなかった者はＡ群４名（18.2％）に対し，Ｂ群では11名（37.9％）であった。さらに，１回目に成功０投から２回目に１投以上の向上を示した者や，１回目に１投程度から２回目に３投以上成功した者など，練習の効果を示した者の割合も，Ａ群12名（64.6％）に対し，Ｂ群９名（31.0％）と両群に差が生じた。また，Ｂ群では１，２回目の成功投数が１または２のままで変化しなかった者の割合が７名（24.1％）とＡ群より多かった。つまり，映像をフィードバックしたＡ群の方が２回目に向上する者が多く，Ｂ群は停滞もしくは成功試技ができないままの者が多かった。

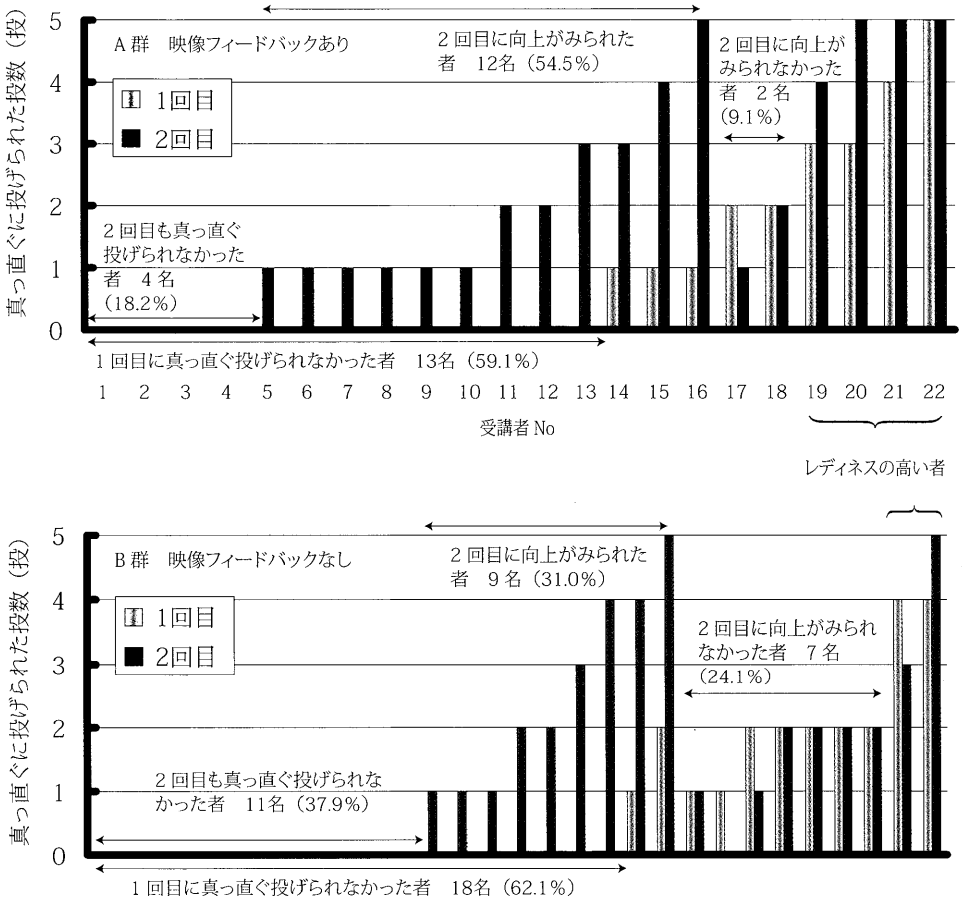

図５．課題の成功回数の比較　上：Ａ群，下：Ｂ群

２．　練習後の自己評価アンケートの比較

１）授業時間内における技術到達レベル

図６は，授業時間内における自己の技術到達レベルについて集計したものである。Ａ，Ｂ群ともに中間的な到達レベルと考えられる「ときどき真っ直ぐに投げられるようになったが，まだ安定しない」が約50％を占めた。しかし，２番目の到達レベルとなる「練習によって，ほぼ真っ直ぐに投げられるようになった」においてＡ群27.3％に対し，Ｂ群17.2％とＡ群が約10％多かった。逆に，４番目の到達レベル「たまに真っ直ぐに投げられる時もあるが，偶然に成功したような感じ」でＡ群13.6％に対し，Ｂ群24.1％とＢ群で約10％多くなった。また，最低レベルの「まったく真っ直ぐに投げられなかった」においてＡ群０％，Ｂ群6.9％の差が生じた。つまり，自己の到達レベルの評価は，映像フィードバックがあったＡ群でやや高い傾向にあった。

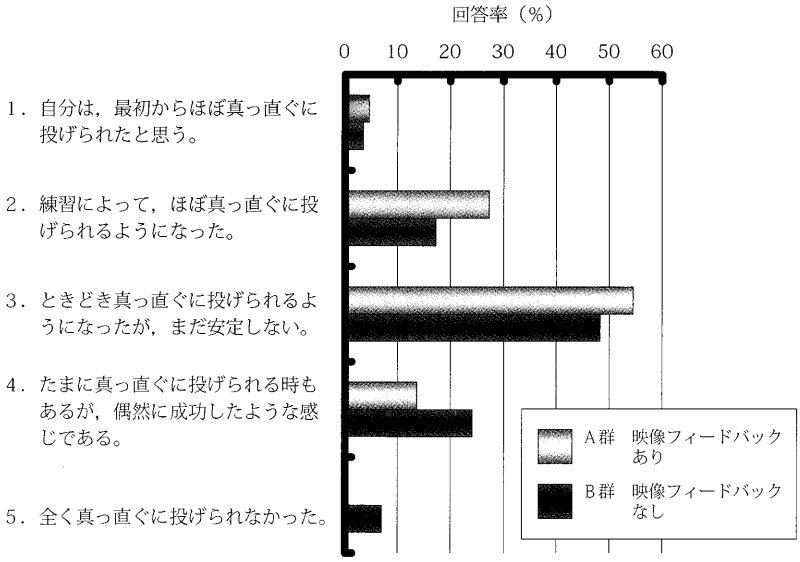

図6．自己の到達技術レベルに関するアンケート結果

2）自己の課題と留意点

到達度の自己評価の他に，自分がうまくいかない原因について「回転」「リリースポイント」「角度」から複数回答可で回答を求めた。A群では「回転」13.6%，「リリースポイント」59.1%，「角度」86.3%に対しB群では「回転」31.0%，「リリースポイント」82.8%，「角度」65.5%であった。A群とB群では「リリースポイント」と「角度」の比率が逆転していた。また，投げる際に注意した点について自由記述を求めたが，ほぼ自分の課題に挙げた3つの点について注意した旨の内容が記されていた。

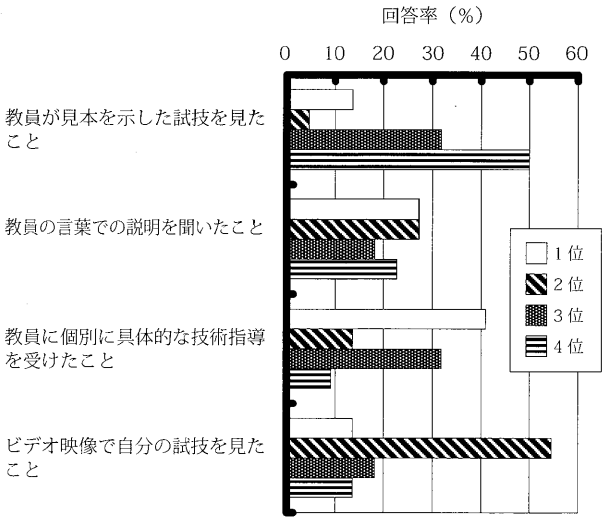

図7．こつをつかむ上で助けとなった項目の順位付け：A群

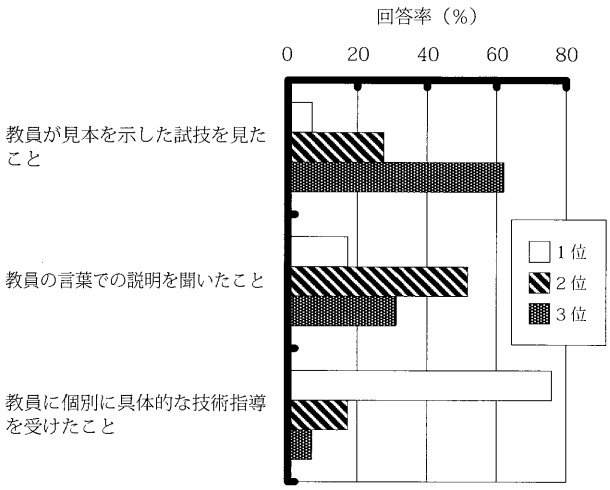

図8．こつをつかむ上で助けとなった項目の順位付け：B群

3）こつをつかむ上で助けとなった項目の順位づけ

こつをつかむ上で助けとなった項目について，B群では「教員の見本試技」「教員の言葉による説明」「教員からの具体的な個別指導」の3項目，A群ではさらに「映像で自己の試技を見たこと」を加えた4項目で順位付けを求めた。図7はA群（1～4位），図8はB

群（1～3位）について項目ごとに順位の割合を示したものである。図7のA群では，「教員からの具体的な個別指導」を1位にした者が40.9%，「映像で自己の試技を見たこと」を1位にしたものは13.6%であった。また，「映像で自己の試技を見たこと」は2位に挙げた者が54.5%を占めた。また，「教員の見本試技」を4位に挙げた者も50%と多かった。すなわち，「個別指導」「映像」「言葉」「見本」の順に助けとなったと感じている。一方，図8のB群においても，「教員からの具体的な個別指導」を1位に挙げた者が75.9%と非常に多く，「教員の言葉による説明」は2位に挙げた者が51.7%，「教員の見本試技」は3位に挙げた者が62.1%と高比率で，「個別指導」「言葉」「見本」の順に助けとなったという結果であった。

3．映像から見た動作の改善・非改善例

図5から，練習後2回目の撮影時には，ディスクを水平なまま真っ直ぐに投げる課題を成功させる者が増加したことがわかる。しかし，最終的に全く成功しなかった者も，両群全体で15名（29.4%）いた。こうした差は，具体的に何が原因となっているのであろうか？ 実際の映像から欠点が改善された例と改善されない例について検討を加えた。Dart Trainer Pro の Analyzer 機能を用い，側方からの映像における上肢の関節角度およびリリースポイントについて解析した。以下に示す図9～13はいずれもディスクをリリースする時点の静止画像である。画面上の距離表示は，ディスクの直径を校正値としたもので，右肩峰点から地面への垂直軸を規定しリリースポイントまでの距離を計測した。角度表示はこの画面平面上の肘関節屈曲角度および上腕と垂直軸のなす角度を示している。

図9には，成功投数が0投から3投に増加した，改善の例を示した。図上段の映像フィードバック前には肘関節が強く屈曲し，手首が肘より高く持ち上がっていたが，フィードバック後は手首が低い位置に下がり，肘関節も伸展位に変化した。また，ディスクの表面（上面）が

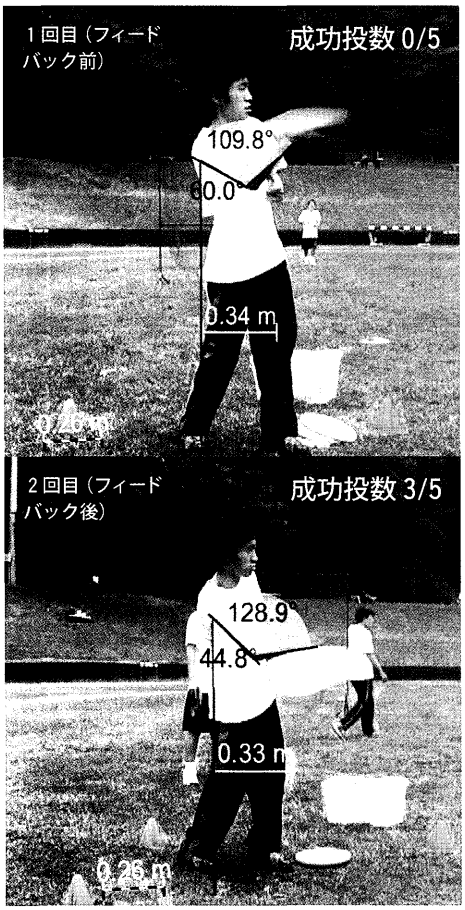

図9．1回目から2回目への技術変化①
（肘が下がって，ディスク角度が修正できた例）

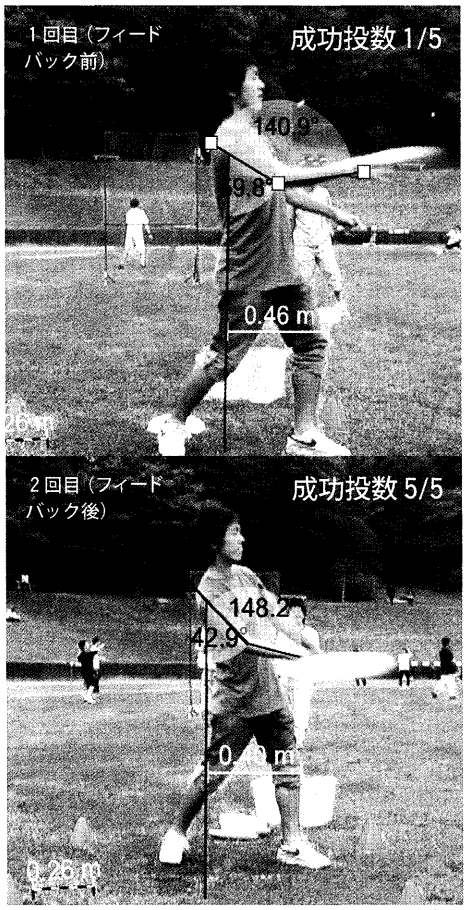

図10．1回目から2回目への技術変化②
（肘が下がり，リリースポイントも改善された例）

画像上明確に確認できるほどディスクの外側が下がり，ディスク角度も適切に保たれ，成功投数が増えた例である。次に，図10も成功投数が１投から５投へ増加した改善例である。この例は，フィードバック前に肘関節の屈曲によって手首が肘より高くなる点と，リリースポイントもやや前方になる２つの欠点が，両方改善された例である。この２例は，成功投数が増える場合の典型例であった。つまり，「手首の位置が下がり，ディスク外側を傾けて投げ出せるようになる」「リリースポイントが手前になり，前方に腕を投げ出さずにディスクを回転させられる」という動作形態がみられた。

図11には，１回目および映像フィードバック後の２回目にも課題成功がみられなかった例を示した。図上段においては，図10の例と同様に，手首が肘より高く持ち上がり，かつリリースポイントが前方になっている。これに対し，フィードバック後（図下段）では，前方への大きな投げ出しがなくなり，リリースポイントが手前へと改善されている。しかし，肘の屈曲が強く，手の位置が高いため，ディスクの傾きが十分に生み出されていない。この例のように，回転やリリースポイントに関して改善できている部分もあるが，最終的にディスクの角度の修正ができなかったため成功しなかった者が全体として多かった。

図12，13はいずれも映像フィードバックがなかったＢ群の２回目の撮影時のもので，最後まで課題を成功させられなかった例である。図12はリリースのタイミングが遅く，肘が伸びきるほど前方までディスクを運んでからリリースしている。このため，手首のスナップによる回転も不十分になってしまった。また図13もリリースポイントが前である。この例では，リリース時（左画像）に肘の屈曲が強く，さらにフォロースルー（右画像）で前腕部が大きく前に投げ出され，ボールを投げる動作に近いものとなっている。また，リリース時にはディスクの外側が持ち上がり，ディスク裏面（下面）がみえるほどの角度がついている。さらに，リリース後の右画像では，手の親指が返るほどの回内動作が見える。回転は強いも

図11.　１回目から２回目への技術変化③
（リリースポイントに改善が見られたがディスク角度が修正できない例）

図12.　最後まで改善できなかった動作形態の例①
（肘が伸びてしまうほど，リリースが前方になる例）

図13.　最後まで改善できなかった動作形態の例②
（肘が曲がり，ディスクの傾きが修正できない例）

ののディスクは進行方向に対して右上がりとなり，この後大きくカーブする。この２例は１回目から２回目にかけてほとんど改善点が見出せなかった。人数はそれほど多くないが，サイドアームスロー導入時の典型的な失敗例といえる。

考　察

１．動作課題の達成度について

本研究では，フライングディスクのサイドアームスロー動作の練習において，自己の映像を即時にフィードバックすることの効果について検討をした。課題としたのは,「真っ直ぐなディスクを投げる」ことであり，ディスクが地面とほぼ水平に飛行することで実現する。逆に言えば，ディスクの角度を調整することができないと課題が達成できない。映像から判定した「地面とほぼ水平に飛行するディスク」の投数（図５）は，フィードバック前の１回目では両群に差がなく，練習後の２回目に映像をフィードバックしたＡ群で多くなった。また，Ｂ群では１回目も２回目も１，２投のままで停滞する者の割合が高かった。つまり，１回目と２回目の間の練習効果がない者が多かった。このことから，映像フィードバックの有無が練習効果に影響していたことが推測できる。映像による確認が各個人の欠点について明確な印象を与え，改善につながるケースが多かったと考えられる。

今回の課題においては，回転・リリースポイント・角度を注意すべき要点としてあらかじめ提示してあった。最終的に水平なディスクを投げるためには「角度」の要素が大きいが，この３つの要点は相互に関係している。まず，回転不足となるケースでは，ボールを投げる動作のように大きく腕を振ることに意識が向き，手首のスナップ動作がおろそかになる。ディスクの飛行においては，回転数および初速度の初期値が重要であり（矢部ら 1997），回転不足ではぐらぐらと揺れながら「ヨーの状態」とよばれる不安な飛行をしてしまう（日本フライングディスク協会 1992）。図12の例が，この腕のオーバースイングによる回転不足に近い。バックハンドスローとサイドアームスローを比較した研究（島ら 1994）から，サイドアームスローでは手首の速度が上腕や肘の速度よりも極端に大きいことが特徴付けられている。このためにも，リリースポイントへ意識を向けることは，この回転不足とオーバースイングの防止につながると考える。リリースのタイミングを早め，体の横で腕を止めるようにすることで，手首のみの強いスナップが生み出しやすいと考えられるからである。

手首のスナップ動作については，ボールを投げる際とディスクを投げる際の違いを比較しておく必要がある。まず，ボールの投動作におけるスナップ動作は，前腕の回内と手の掌屈・尺屈がリリース時に生じ，この上肢のキネマティクスはオーバーハンド，スリークオーター，サイドアームの各スローに共通している（桜井 1992，宮西 2000）。一方，フライングディスクのサイドアームスローにおいて，野球の投動作の分析（桜井1992）と同様の手法で上肢動作を分析した報告（笹川ら 2005）では，リリース時に前腕は回外位をとり，手の掌屈よりも尺屈が強いことが示されている。つまり，ディスクをボールと同じイメージで，腕を大きく前方に投げ出してリリースすると，前腕の回内によってディスクが内側に傾けられ（起こされ），ディスクが斜めにリリースされてしまう。つまり，回転をよくかけられてもリリースポイントが前方になれば自然とディスクが傾く結果を招くケースが多くなる。図13はこの典型的な例で，手の甲が画面で確認できるほどディスク外側を起こしてリリースしてしまっている。一般に新しい動作を獲得していく場合，それまで経験した類似の運動形態が影響することが示されている（マイネル 1981，佐藤 2000）。特に，今回のサイドアームスローはフィードフォワード型の動作と考えられ，あらかじめ運動のプログラムが用意されて，一気にパフォーマンスされるような運動形態と言える。従って，類似するボールの投動作のイメージがディスクのサイドアームスローに影響することは十分考えられる。この意味で，回転とリリースポイントの要点に注意することは，ボールの投動作のイメージによる弊害を取り除く意味合いを持つと考えられる。

しかしながら，図11の例のように，回転とリリースポイントを改善しても，ディスクの角度が悪く課題が成功しないケースが残る。先に挙げたフライングディスクのサイドアームスローの動作分析（笹川ら 2005）では，熟練者はリリース前に回外位が維持され，橈屈から尺屈のスナップ動作が強い特徴を示した。つまり，ディスクを水平に投げ出すためには，掌を上向きにし，手の橈屈－尺屈動作でうまく回転を与えながら，ディスクの傾きをコントロールする必要があるといえる。図４に示した成功例②と失敗例③におけるリリース時のディスク角度の差はわずかなものである。このことは，手の指によ

る微妙な操作が関係していると考えられる。投げ出す瞬間に前腕の回内方向に親指が操作されるだけで，ディスクには進行方向に対して右上がりの力が加わってしまう。一方，図9，10の技術改善例では「手首の位置が下がり，ディスク外側を傾けて投げ出せるようになる」といった動作形態が観察できる。このディスクの傾きに関する情報を映像のフィードバックによって修正できたか否かが課題達成度の差になったと考えられる。

2．自己評価アンケート結果の分析

授業時間内での到達レベルの自己評価（図6）においては，映像フィードバックのあったA群が，自己レベルを上方に評価していた。また，結果には示さないが，自己評価は概ね成功投数と対応していた。一方，コツをつかんでいく上で最も助けとなったのは「具体的な技術指導」であるが（図7，8），A群では「映像を見たこと」を2番目に挙げた割合が非常に高かった。A，B群のいずれも，回転・リリースポイント，角度の3要点を基本に，教員が欠点を指摘しながら技術指導をした点は変わらない。そのため，A群でも「具体的な技術指導」が最も助けとなったと回答する者が多いことは理解しやすい。ただし，実際の成功投数に差が出たことから，映像を見ながら技術指導を加えたため効果が上がった可能性が考えられる。受講者は映像よりも教員の個別指導が印象に強いのかもしれないが，映像の情報が課題達成のプラス作用となったことが十分考えられよう。また，自己の欠点として，A群は「角度」，B群は「リリースポイント」を挙げる者が多かった。前節で考察したように，回転とリリースポイントは角度よりも比較的修正がしやすく，課題成功には角度のコントロールが重要である。しかし，B群でリリースポイントを欠点に挙げる者が多かったのは，自己映像のフィードバックがないことが影響したのかもしれない。

図子（2003）は，技術トレーニングの方法論として運動の観察から評価・診断をする場合，自己観察法と他者観察法があるとしている。自己観察法は自己の内面から生まれる感覚を手がかりに運動遂行者が感じている身体感覚・意識に基づく観察法で，一方，他者観察法は自己の外から映像や連続写真を見るように他者の視点で行う観察法である。本研究の場合，A群には2つの観察法が共存し，B群は自己観察法のみで練習を進めたことになる。つまり，B群では映像からもたらされる，実際のディスク角度に対する情報がなく，自己の身体感覚として比較的イメージしやすいリリースポイントに問題意識が強く残ったのかもしれない。事実，これまでの指導経験上も，具体的にディスクの角度を矯正してあげないと自分のディスク角度の欠点に気がつかない例が非常に多い。このように，即時の映像フィードバックは自己の動作課題に対して他者観察という視点を加え，効果を挙げていると考えられる。

3．映像フィードバックを授業で有効に利用するために

本研究の結果が示すように，自己映像を即時にフィードバックすることで，技術課題の獲得・向上を促進できる可能性がある。これまで，技術の獲得に有効な他者観察法（図子2003）のような客観的情報を提供する方法は，高い技術レベルを求めるスポーツ選手を中心に研究が進められてきた（松田ら2002，清水ら2004，玉木ら2005）。これに比較して，学校授業のような多人数を対象とした場面で即時に映像をフィードバックすることは研究例が少なかった（小澤2003）。また，学校授業で十分な成果を挙げるためにはいくつかの基本的問題があると思われる。その一つが即時にフィードバックするシステムの普及が進まないことである。例えば，スキーの実習授業などでは受講者の滑りをビデオに撮影して見せる，といった工夫は珍しいことではない。しかしながら，実際に映像を見ながら解説をするのは，宿舎などに戻った休憩や夜などの別時間に行われている場合が多い。この際，受講者は他者観察を行うが，同時に自己観察的に自己の内面の感覚を確かめることはできない。次に，対象人数と時間的効率が問題となる。スキーの実習班はおよそ10名程度の小集団となるであろうが，通常の体育実技クラスでは20－30名に対して1名の教員が対応をする。映像を見る上では当該受講者以外への時間的配慮も必要となる。人数が多ければフィードバックすること自体に多くの時間を必要とする。つまり，より即時的にかつ短時間で映像から自己の課題点を読み取るシステムを構築することは容易でない。これらの点で，本研究における，あらかじめ技術課題とその要点を絞り，映像の遅延再生機能を利用して連続的に多人数にコメントをする方法は，平等に情報を与えながら個別の練習に取り組ませることが可能で，かつ一定の練習成果をおさめられた点から極めて有効と考える。

しかしながら，注意すべき課題も残った。映像のフィードバックをしても全員が課題に成功することはできなかった。通常，練習効果がなかなか上がらない者に

はより多くの個別指導をし，さまざまな角度から助言内容を変え，技術変容をさせてゆくと思われる。しかし，映像フィードバックに一律に時間をとられることは，こうした弱点に特化した指導が不足してしまう。今回のA群21名の映像フィードバックに，5試行40秒遅延という設定でおよそ25分程度の時間を費やした。つまり，フィードバックのための時間を40秒とした点と，そこで行う指導内容についてさらに検討する必要がある。映像の即時フィードバックを検討した数少ない研究として，中学生の鉄棒のけ上がりを対象にしたものがある（小澤ら2003）。授業時間内の10分程度をけ上がりに当て，8回の授業で連続的に映像の即時フィードバックを行った。この際，遅延時間を10秒間にし，繰り返し生徒に自己映像を見させている。その結果，フィードバックをしたクラスでやや成功者の数が多かった。この研究では40人の生徒を指導しており，10秒後という短いサイクルで繰り返しフィードバックする方法がとられている点は参考となる。本研究では，5投を行い技量の定着度を把握するねらいもあり，40秒後という比較的長い時間を1人に費やした。クラスの人数や，技術レベルが低い場合には，フィードバックの時間を工夫し，映像フィードバックと個別指導を的確に組み合わせることが重要であろう。

次に，映像フィードバックとともに指導する内容を十分検討していく必要がある。佐藤（2000）は自己観察による効果的な学習活動おいては，運動実施の際，つねに自分の動きや姿勢に注意を向けた学習態度が不可欠と同時に，どのようなポイントがあるのかという観察の要点を指導していくことが必要としている。つまり，学習者に観察のための注意を促すと同時に，指導者が観察の要点を的確に示していかねばならない。今回，図9～13のような成功と失敗の例を分類した。今後データを重ね，さらに動作形態の類型化を進め，欠点となる動作パターンに応じた有効なアドバイスを検討し，映像フィードバックの効果をさらに高めてゆく必要がある。また，今回は1回の授業時間内の成果を見たが，技術の獲得においては，授業計画全体からの視点も必要であり，繰り返し評価していくシステムの構築も課題となる。継続的なアプローチはDart Trainer Proの分析機能（Analyzer）・画像の重ね合わせ機能（StroMotion Fixed）等を活用することで，翌週など継続的に授業の中で画像をフィードバックしていくことが可能である。学習者に技術獲得を一つの目標とする継続的な動機づけと指導プログラムを与えていくことが重要と考えられる。

まとめ

本研究では，映像遅延再生機能を持つDart Trainer Proを活用し，フライングディスク・サイドアームスローの導入授業において，映像の即時フィードバックの有無による技術向上について比較した。その結果，映像フィードバックを行った群において，課題の成功回数・到達レベルの自己評価などが高くなり，技術向上の効果が確認された。また，Dart Trainer Proの分析機能を利用し，動作の改善・非改善例を提示した。今後，こうした動作形態の類型化を利用し，個別の技術指導と映像フィードバックをより効果的に組み合わせる指導プログラムを構築してゆくことが緊急の課題である。

謝　辞

本研究は平成17年度慶應義塾学事振興資金の補助によった。

参考文献

金澤有祐，太田裕文（1997）フライングディスクの風洞実験，第3回スカイスポーツシンポジウム講演集，13-16。

工藤　聡（2005）最近，注目されているDartTrainerをアルペンスキーの現場で使用して―新しいコーチングの方法として―，Training Journal 27 November，83-85.

マイネル，K（金子朋友訳）（1981）スポーツ運動学，大修館書店（東京）pp. 390.

マーク・ダナ，ダン・ポインター，（小林信也訳）（1979）フリスビー・ハンドブック，クイック・フォックス社（東京），pp. 21-25.

松田雅之，石井哲次，石濱慎司，弘　卓三（2002）100m走におけるスピード曲線の即時的フィードバック効果について，慶應義塾大学体育研究所紀要41，15-21.

宮西智久（2000）野球の投球スナップのバイオメカニクス，J. J. Biomech. Sports Exer. 4，136-144.

日本フライングディスク協会編，江橋慎四郎監修（1990）フライングディスクのすすめ，ベースボールマガジン社（東京）pp. 18-41。

日本フライングディスク協会アルティメット委員会他，高橋和敏監修（1992）フライングディスク入門―アルティメットのすすめ―，㈱タッチダウン（東京），pp. 14-35.

NAKAMURA Y.，Fukamachi N.（1991）Visualization of the Flow Past a Frisbee, Fluid Dynamics Research, 7, 31-53.

大島　寛（2004）フライングディスク競技の参加者動向にみる過去25年の歩み，近畿大学健康スポーツ教育センター研究紀要3，15-39.

小澤治夫，石田　譲，岡崎勝博，西嶋尚彦（2003）鉄棒単元におけるスポーツミラーによる運動画像の即時フィードバックの効果，北海道教育大学釧路校研究紀要35，1-6.

桜井伸二（1992）投げる科学，大修館書店（東京），pp. 88-104

笹川　慶，桜井伸二，湯浅景元，川端昭夫，高梨泰彦（2005）フライングディスクにおけるサイドアーム遠投動作のバイオメカニクス―スナップ動作を中心として，中京大学体育研究所紀要19，41-49。

佐藤徹（2000）体操競技の技術指導へのスポーツ運動学の適用，J. J. Biomech. Sports Exer. 4: 186-191.

島　健（2000）フライングディスクにおけるスローの指導順序に関する一考察，上智大学体育33，5-21。

島　健（2004）マルチメディア教材の授業利用に関する研究：フライングディスクCD-ROM教材『Flying Disc Learning System』を利用して，上智大学体育37，35-58。

島　健，新井健之，蝶間林利男（1994）フライングディスクのバックハンドスローとサイドアームスローの比較研究，上智大学体育27，1-19。

島　健編著，上智大学情報科学教育研究センター共著（2003）フライングディスクCD-ROM教材『Flying Disc Learning System』，㈱ぎょうせい（東京）

清水　潤，宮地　力，伊藤浩志（2004）VOD（Video on Demand）を用いた即時映像フィードバックシステムの開発，JISS国際科学会議2004，抄録集，p. 84。

高松潤二，松元　剛，西藤宏司（2000）大学体育における支援情報の利用に関する研究：「ゴルフ」授業におけるインターネットを介した映像フィードバックの試み，大学体育研究22，55-61.

玉木　徹，牛山幸彦，八坂剛史（2005）スポーツ選手の技能向上のための動画像処理とその実用化，電子情報通信学会技術研究報告105，13-18.

安田邦男（1999）フライングディスクの飛行・空力特性について，日本航空宇宙学会論文集，47，314-320.

安田邦男，東　昭（1995）フリスビーの力学Ⅰ．風洞実験，第1回スカイスポーツシンポジウム講演集，25-28.

矢部正人，太田裕文，得竹　浩（1997）フライングディスクの運動解析，第3回スカイスポーツシンポジウム講演集，17-20。

図子浩二（2003）スポーツ練習による動きが変容する要因―体力要因と技術要因に関する相互関係，J. J. Biomech. Sports Exer. 7: 303-312.

付表1

練習成果の自己評価アンケート　　年　　月　　日

学部　　学年　　氏名

課題：サイドアームスローの習得　－真っ直ぐにディスクを投げる－

☆サイドアームスローについて、この授業時間内で到達した自分レベルは次のどれですか？
自己評価して、当てはまるものに○をしてください。

1．自分は、最初からほぼ真っ直ぐに投げられたと思う。
2．練習によって、ほぼ真っ直ぐに投げられるようになった。
3．ときどき真っ直ぐに投げられるようになったが、まだ安定しない。
4．たまに真っ直ぐに投げられる時もあるが、偶然に成功したような感じである。
5．全く真っ直ぐに投げられなかった。

☆なぜうまく投げられないか（なかったのか）、自分の課題（原因）は何だと思いますか？
次の中から選んで○をしてください（複数回答可）

1）回転
2）リリースポイント
3）ディスクの角度
4）その他　（具体的に記入してください　　）

☆　また今振り返って、投げる時に意識したことはなんでしたか？

（　　）

☆　練習中に「こつ」をつかんでいくのに助けとなったのは何ですか？
以下の内容について、順番をつけてください。　（　）に数字1～4（もしくは5）を記入。

順番	内容
（　　）	教員が見本を示した試技を見たこと
（　　）	教員の言葉での説明を聞いたこと
（　　）	教員に個別に具体的な技術指導を受けたこと
（　　）	ビデオ映像で自分の試技を見たこと　**＊A群のみの設定項目**
（　　）	その他（もしあれば、具体的に記入　　）

☆技術指導に対する意見や、授業の感想を記入してください。