

## 体育実技における3ボールカスケードの習得過程： 練習プログラムの作成と評価

### Learning the 3-balls cascade juggle in physical education class： Verbal guidance and its evaluation

平田 智秋\*  
Chiaki Hirata

#### 1 序論

だれでも「できなかったことができるようになる」と嬉しい。自転車に乗れるようになる、スキーで斜面を難なく滑降できるようになる、テニスのラリーが続く、など身体運動を習得したときのよろこびは特に強く実感でき、自己効力感(self-efficacy)も高まる。体育実技の役割の一つとして、相応しい運動課題を選択し、できるようになることを体感する場を提供する事があると考えられる。本稿では西洋お手玉(=ジャグリング)を体育授業の課題として、その習得を促すプログラムの作成と評価を行い、習得過程で観察された初心者の特性を記述する。読後には、手近なボールで実際に取り組んでもらえるような稿を目指す。

選択した技は日本で「山崩し」と呼ばれる、両手で3つのボールを交互に、左右対称の軌道で投げる連続動作、カスケード(cascade)である。図1左にカスケードでのボールの動きを示す。その名の通り、3つのボール

が滝のように落ちてくる。ボールは右手から釣り鐘型のアーチを描いて左手へ、左手からも同じ軌道で右手へと投げられる。手の動きは左右対称で、ボールの軌道は8の字型を描く。手は2本、ボールは3つなので、常に1つのボールが空中を飛んでいることになる。カスケードは入門者用の基本技能とされており、大道芸人達がみせる華麗な技への入り口とも言える。和式お手玉で一般的な、「お手のせ」という遊びでは、左右のボールが対称には投げられない。左手から右手へのボールは直線的に、右手から左手へのボールは大きなアーチを描いて投げられる(図1右)。これはジャグリングでシャワー(shower)と呼ばれており、より難度の高い技として分類されている。

教材としてのカスケードには、4つの特長がある。すなわち、1)安全でケガがない、2)手近な用具で練習できる、3)3つ玉を扱うので見た目は華麗であるが、比較的容易に習得できる、そして4)応用技が多用である。よって体育の授業中に2~3週の練習をすれば、安

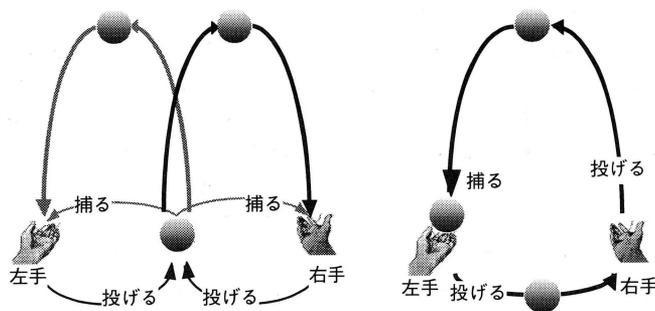


図1: ジャグリングでのボールの動き。左: カスケード。右: シャワー。

\*共通・基礎科目 非常勤講師. Part-time lecturer in Division of General Education, Jumonji College.  
キーワード: 体育実技, 3ボールカスケード, 習得促進

全にカスケードを習得でき、習得が進めばさらに複雑な技に取り組むこともできる。ただし、3ボールのカスケードを習得する過程には、多くの人が経験するつまずきやすいポイント、いわゆる「習得のカベ」がある。よって「習得のカベ」を記述し、それを円滑に乗越えられる練習法を確立したい、というのが本稿で紹介するプログラム作成の動機となっている。

なお、ジャグリングは最近の体育科教育で大きなテーマである、「体ほぐし」の教材としても注目されている(橋詰, 2000)。記録を伸ばす、相手に勝つ、など従来の体育で目標としてきた「体力作り」とは異なり、「体ほぐし」では今ある能力でできる手軽な運動から体を動かす心地よさを味わうことを狙いとしている。「体力作り」が技能・体力などの外面的な要素に重きを置くのに対し、「体ほぐし」は内面的な要素、すなわち気付き(身体と対話して自らの確かな存在を感じ取る)、調整(日常的な身のこなしが巧みになる)、交流(仲間と交流する)の3点を重視している。「体ほぐし」の教材としてジャグリングをみると、1)単純で既存の運動能力(投げとキャッチ)の組み合わせで遂行可能であり、腕を中心とした自らの動きへの気付きが高まる、2)自分で多様な技や練習法を発見・工夫することにより巧みなボールさばきが身に付く、3)集団で練習するので、互いを観察して特徴を教えあったり、できる人ができない人にやり方を伝えるなど、交流が深まるという特長がある。

運動心理学的にカスケードをみれば、1)連続動作であること、2)強い時間的な制約があること、3)知覚と行為が協応していることが特徴としてあげられる。まず、カスケードは左右の手でボールを投げ続ける連続動作である。これは野球のバッティングのような、動きの開始から終了までが数秒しかない動きとは異なる。3つのボールを投げ、キャッチする動作の継続が求められる。ここでボールの軌道は一定ではなく、ボールが落ちてくるタイミングや位置の変化に対処して、動作を継続しなければならない。よって見た目には同じことの繰り返しでも、手の動き、投げるタイミング、高さなどは、微妙に調整されている。

次に拾い技のある日本のお手玉とは異なり、カスケードはボールが地面に落ちるとその時点で終わる。よってカスケードの継続には、あるボールが落ちる前に次のボールを投げ上げ、落ちてくるボールをキャッチする必要がある。ここでボールを投げるタイミングは、落ちてくるボールによって決定され、自分の好きなきに投げる訳にはいかない。キャッチや投げ動作には強い時間的な制約がかかる。

最後に、カスケードは視覚などの感覚入力(知覚)と手の動き(行為)とが速いサイクルで協応している(Beek & Santvoord, 1992; 橋詰・松尾, 1998)。たとえば目隠しをすれば、ボールのキャッチもおぼつかず、視覚入力が手の動きの制御に用いられている事は明白である。視覚情報は手の動きに迅速に反映され、次のボールを投げ上げる位置・タイミング、落ちてくるボールをキャッチする高さ、位置などが迅速に導かれる。このように視覚などの感覚入力と、手の動き(行為)との短い時間周期での相互連関は、知覚と行為とのカップリング(perception-action coupling)と呼ばれる。

カスケードの動作についてはオランダのBeek(Beek & Santvoord, 1992; Beek & Turvey, 1992; Beek & Lewbel, 1995)が精力的に研究している。彼はカスケード習得の初期には、片手がボールをもっている時間は全体時間の75%に近似することをみた。ボール保持の時間比率は定数 $k = T_L / (T_L + T_U)$ から求められる。 $T_L$ は手の中にボールがある時間(time loaded)、 $T_U$ は手の中にボールがない時間(time unloaded)である。彼は習得初期にこの定数 $k$ が.75に近づくこと、習得が進むと.75以下に減っていくことをみた。日本では橋詰らのグループが研究を進めており、世界でも珍しい5つボールカスケードの解析を行っている(橋詰・松尾・門田, 1999)。本稿では、彼らの綿密な研究から得られた知見を、体育の授業で伝わるような言葉に翻訳する作業を試みる。

本稿の目的は、カスケードの習得を促すプログラムを作成・実行し、その評価と改良のための考察を加えることである。プログラムは漸進的に、項目をできるかぎり細分化して練習できるように作成した。ボール1つでの練習からはじめ、2つ、3つと少しずつ増やしていく。またある課題動作から次の動作へと進む際には、少しずつ難度を増やし、急に課題が困難にならぬように段階を分けた。なお項目の作成には、筆者が他校で5週間に渡って行ったジャグリング実習の記録、そしてJuggleMaster (<http://www.kisweb.ne.jp/personal/patio/jugglemaster.html>を参照)というジャグリング習得ソフトを参考にした。

プログラムの評価と考察では、学生の練習記録、そしてビデオ記録を材料にする。まず、どの位できるようになったかを連続キャッチの回数で評価する。また練習記録から、学習者が意識している点を洗い出す。そしてビデオ記録から、学習者が意識しにくい動きを観察する。どんな運動を習得する際にも初心者特有の動きがある。ここではその特有の動きを否定的にみるのではなく、それを人間固有の特徴として捉え、カスケード習得を促す

よりよいプログラム作成の題材としたい。「なぜできないのか」と学習者に問いただすのではなく、「なぜそうなるのか」、その原因をこちらが推察して対処法を考え、その効果を確認することが大切だと考える。

## 2 方法

### 2.1 実習

平成12年度の体育実技・講義の時間中に3回の実習を行った。場所は体育館で、ボールは玉入れ用のものを代用した。ジャグリング練習の専用ボールは130g程度の重さで、掴みやすく、手の中で弾まない材質である。玉入れ用のものは若干軽い、それ以外の条件を満たし

た。初回の実習で、カスケードの10回連続を最終目標として定めた。実習最後には発表会を行い、練習を含むそれまでの連続最高回数を記録した。なお2クラスで実習を行ったが、片方のクラスは3回の実習に全て出席できなかったものが多かったので、解析の対象から外した(対象は1クラス19名)。解析の材料としたのは、練習の最終回での最高記録、練習中に記入してもらった練習記録と、授業中のやりとり、および練習中のビデオ記録であった。

### 2.2 練習プログラム

練習プログラムの項目を表1に示す。プログラムは全

表 1: 練習プログラムの項目

#### ステップ1：1個のボールで、左右の手でキャッチボール（各10回）

1-1	目の高さにボールをあげる
1-2	目線はボールの頂点。キャッチする手を見ない
1-3	肘を回転させてボールをあげる
1-4	キャッチする手にあげ、落ちてくるボールは待つ

#### ステップ2：2個のボールを1回ずつあげてみる（各10回）

2-1	「とりかえる」って何のことか、理解する
2-2	ボールを同じ高さに2つあげる（ボール取らない）
2-3	左右順番にスタートする（ボール取らない）
2-4	落ちるボールの内側でとりかえる（まだ取らない）
2-5	2つともボールをキャッチする

#### ステップ3：休まずにボールをとりかえてみる（各10回）

3-1	ボールの頂点で、次のボールをあげる（取らない）
3-2	上と同じタイミングで取る（リズムをとりながら）
3-3	2番目をとったら、1番ボールですぐスタート
3-4	軌道の高さ、左右の幅を変えてみる

#### ステップ4：とにかく3回あげてみる（各10回）

4-1	2個の手からはじめて、3つあげる（取らない）
4-2	左右交互にはじめる（取らない）
4-3	落ちたボールが体の前になるようにする
4-4	落ちたボールが2対1になるようにする
4-5	落ちたボールを足を動かさずに拾えるようにする

#### ステップ5：さあ、カスケードです（各10回）

5-1	3つのボールを取ってみる（3個だけあげる）
5-2	左右交互にはじめる（あげるの3個）
5-3	4つ目を投げてみる（できれば取る）
5-4	6カウントまで投げてみる

体で5つのステップからなり、各ステップに4-5の小項目を設けた。各項目の動作を安定してできるようになったら(回数は10回を目安)、その項目はクリアとして日付を記入させた。各項目ごとに実際の動きを示して目標を説明した後、実際に練習を行った。練習中に気付いた点や苦手な点が見つかった際には、適宜、練習記録に記入させた。1回目の実習では4-3まで、2回目にステップ5まで進んだ後に自由練習を行い、巡回して分かりにくい動きに説明を加えて歩いた。その後の実習では、未習と思われる項目を指定し、必要があれば戻って練習するよう求めた。以下にステップごとの動きとねらいを解説する。

### 2.2.1 ステップ1：1個のボールで、左右の手でキャッチボール

ステップ1では、ボール1つでカスケードに最適な投げ上げる動きの習得、ボールが落ちてくる位置の予測、そして目線の安定を目標とした。まず1-1でボールを投げの高さを決めた(図2)。片手でへその高さから投げはじめ、目の高さまでボールを上げ、もう一方の手でキャッチするようにした。これを左右の手がキャッチボールする要領で繰り返した。ボールの高さを確保することは、ボールが落ちてくるまでの時間を稼ぐことにもなる。1-2ではボール軌道の頂点に視線を固定し、ボールを見なくても手が出るようにした。手が見えないとキャッチできないとなると、ボールが3つに増えたときにカスケードが困難になる。1-3ではカスケードに必要な肘の感覚に注意を向けた。習熟者の腕の動きを見ると、投げ上げる位置は身体の中心、へその近くだが、ボールをキャッチする位置は体幹より外側である。すなわち肘を中心として、上腕が回転する。1-3の表現は誤解を招くが、肘を中心として上腕をまわす動きの習得は、投げとキャッチの連携を円滑にするので、1つのボールで練習する価値がある。1-4は少し高度である。こま

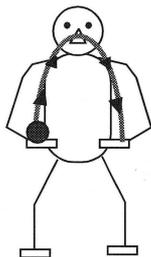


図 2：ステップ1で望ましいボールの軌道

で、手を動かしてボールを迎えに行くようにキャッチしてきたが、ここではキャッチする手を動かさず、そこに落ちてくるようにボールを投げた。ボールが3つに増えると投げに意識が集中し、どうしてもキャッチが疎かになるので、軌道の変動をできるだけ抑え、キャッチの負荷を軽減することは重要である。

### 2.2.2 ステップ2：2個のボールを1回ずつあげてみる

ステップ2ではボールを2つに増やし、空中にあるボールを「とりかえる」ことを練習した。前述した通り、カスケードで使う手は2本、ボールは3つであり、必ず1つのボールが空中にある。そして3つのボールが順番に空中にあればカスケードは続く。よって落ちてくるボールと「とりかえる」ように、次のボールを投げ上げることが必要になる。上記の説明を行い、理解したなら2-1はクリアとした。続く2-2では1-1と同様、同じ高さに上げることを求めた。右利きの場合、右手からのボールは目の高さ上がるが、左手からは右手に「手渡し」してしまうことがある(他校の実習では、この動きが「密輸」と呼ばれていた)。この密輸を防ぐために2-2を設けた。なお、2-2から2-4まではボールのキャッチは求めず、「とりかえる」動作に集中した。2-3では左右順番に投げはじめることを課題とした。一般に非利き手から投げはじめ、利き手だけで「とりかえる」練習をすることが多く、非利き手で「とりかえる」練習をすることは少ない。しかしカスケードの動きは左右対称であり、左右どちらかに苦手を作ると動作が連続しにくい。そこで2つのボールのうち一つを1番ボールと決め(たとえば赤いほうが1番ボール、など)、必ずそのボールから投げはじめるよう求めた。こうすれば、1番ボールが左右の手を往来するので、自ずと交互に「とりかえる」ようになる。2-4では落ちてくるボールより内側で、次のボールを投げ上げることを求めた。これは1-3で練習した前腕の回転を生かすためである。落ちてくるボールより外側で「とりかえる」技もあるが、これは通常のカスケードより少し難度が高い。2-5では左右どちらかの手で1回だけとりかえ、2つのボールをキャッチするよう求めた。2-4までにも、最初に投げたボールは取れることが多い。よって2つめのボールをキャッチできれば、片手でのとりかえは習得できたことになる。ここではキャッチ自体が課題ではなく、もう一方の手がキャッチできる位置に2つ目のボールを投げ上げることが重要である。ここでも「左右交互に」とりかえることを求めた。

2.2.3 ステップ3：休まずにボールをとりかえてみる

ステップ3ではとりかえるタイミングを習得し、ボールは2つのままでカスケード特有の時間的な制約に慣れることを目標とした。まず3-1では、最初のボールが軌道の頂点に達したら、次のボールを投げ上げるように求めた。熟達者もこのタイミングで投げている(橋詰・松尾, 1998)。ここでは投げ上げるタイミングの習得だけに焦点を当てた。3-2ではとりかえてキャッチするまでを練習した。ここではそれぞれが得意なリズムを見つけるよう伝えた。そして3-3では2番目に投げたボールをキャッチした瞬間に、最初のボールを投げる練習をした。これは自らで時間的制約を作り、ボールを3つにしたときの忙しさに慣れるためである。3-4は少し遊びを入れ、いろいろな軌道を試した。ボールが増えると軌道がばらつくようになる。熟練者でも頂点の高さは安定しているが、落下点は前後・左右に多少変動する(橋詰・松尾, 1999)。そこでいろいろな軌道に対応した「とりかえる」動作の練習を行った。2つボールでの練習は以上であった。いかなる状況でも連続して「とりかえる」動作が出来れば、カスケードは連続するようになる。

2.2.4 ステップ4：とにかく3回あげてみる

ステップ4ではじめてボールを3つに増やした。まずここでは3つのボールに慣れることを目標とした。4-1では2つボールをもっている方の手から投げはじめて、「とりかえる」動作を両手で1回ずつ行った。ここでは3つのボール全てを投げるタイミングだけに重きをおき、キャッチは求めなかった。4-2には左右均等に練習すること、つまり2-3と同じねらいがある。4-3から4-5はボールが落ちた位置をもとに、投げたボールの軌道に注意を向ける項目である。投げたボールが背後に飛ぶことは少ないので、4-3はたやすくクリアできる基準であった。4-4は左右の手で投げる軌道が一定になるようにした。最初に2つボールをもっている手の投げが安定しないと、2つのボールが落ちる位置が固定されない。さらに左右の手で投げる軌道が非対称だと、等間隔で3つのボールが落ちることもある。よって投げた後に2つ固まっているか、ひとつだけ仲間外れになっているかを確認した。4-5ではしゃがんで手を伸ばせば、3つのボールを拾える範囲にボールを落とすことを課題とした。落ちてくるボールがこの範囲に入れば、安定して「とりかえる」ことができ、とりかえた後のボールも安定する。ここでは落ちる音にも注意させ、等しい間隔でトン、トン、トンと落ちるか、確認を求めた。

2.2.5 ステップ5：さあ、カスケードです

最後のステップ5では、カスケードの継続を目標とした。5-1は4-5の延長で、ここではキャッチを求めた。4-5までに投げるボールのばらつきが小さければ、ボールのキャッチは容易になる。5-2は2-3や4-2の繰り返しである。5-3では、はじめて2回以上の「とりかえる」動作を課題とした。4つ目を投げると最初のボールは2回投げられ、とりかえる動作は3回目に入る。ここでは既習の動きを組合せ、連続させることを求めた。5-4では、全てのボールが2回ずつ投げられることになる。ここまで練習すれば、カスケードの基礎、特に「とりかえる」動きは連続できるので、それをいかに継続させるか、各自が練習することになる。

以上の項目からなるプログラムを3回に分けて練習した。実際には、2回目で全練習項目の説明を終え、最終回では2回目でのビデオを見せて、各自の動きを認識してもらい、練習すべき課題を提案した。

3 結果と考察

3.1 キャッチの最高回数

図3に19名分のキャッチの最高回数を週ごとに示す(ボール3つ)。目標とした3週で10回以上のキャッチが出来ようになった者は、19名中12名であった。ただし10回に満たなかった者も、グラフは右上がりであった。なお、図からはみ出ている者の最高回数は3週目で53回であった。10回を超えた者は、2週目から3週目にかけて回数が急激に増えた。ここで何らかのコツが習得され

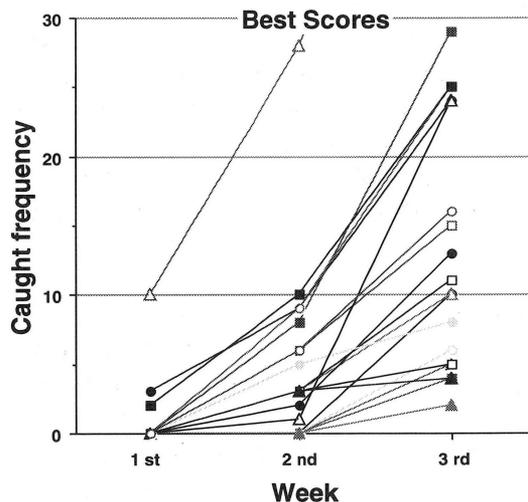


図3: 週ごとの最高キャッチ回数

たと予測できる。よって3週で10回に達しなかった者も、練習を継続すれば、急激にキャッチの回数が増加する時期が来るであろう。

### 3.2 練習記録のまとめ

ここでは練習の記録から、1～2コマ目の練習で気付いた点、そして3コマ目の発表会後に記入された「(練習中で)1番難しかったところ」と、「カスケードを人に教えるとしたら自分が最も強調するところ、自分なりにつかんだコツ」を紹介する。これらは練習中に学習者自身が気付いた点である。よって練習課題として意識的に対処しうる。実際、意識したポイントを修正すべく自ら工夫した練習方法もみられた。

#### 3.2.1 1～2コマ目の練習で学習者が気付いた点

初期の練習で問題となったのは左手からの投げであった。7名の練習記録で、左手からのボールが安定しない、左から右手への投げが難しいなどの報告がみられた。また練習項目1-4の“キャッチする手にあげ、落ちてくるボールは待つ”についても、キャッチの手が動く、ボールの軌道がばらつく、など7名が報告した。次に多かったのはボールの高さで、同じ高さに左右のボールが上がらない、肘から回転させる投げが難しいなど、6名の報告があった。

以上、練習初期の記録内容はカスケード習得に必要な基本要素を示していると考えられる。つまりそれは投げ上げる高さの安定、そして投げる能力の左右差の解消である。ボール投げについては、目標物を定めて高さを一定に保つ練習や、前腕をスイングさせてなるべく体幹の近くで投げる練習などの工夫ができる。これを徹底すればボールの高さとボール軌道の変動との比例関係を抑え、高くボールを投げても安定した軌道を保てるようになるであろう。いっぽう、非利き手で投げる技術については、ただ非利き手での練習を重ねる以外、方法が見つからない。左右差を低減する練習法の工夫が今後の課題となる。

#### 3.2.2 最も難しかったところ

次に発表会後の記録を紹介する。それまでの練習を振り返って、学習者が難しかったと報告する内容は、カスケード習得までに存在する「カベ」を示している。最も報告が多かったのは「回数を続けるうちに前進する」で7名が記録した。また、5名が続けるうちに手が上がっていくと報告した。最後に落ちてくるボールと投げるボールとがぶつかる、と報告したのは2名であった。

カスケードを続ける途中で前進する、手が上がる、ボールどうしが衝突する、これら3つの特性は初期のカスケード習得を検討した先行研究で報告されている(橋詰・松尾, 1998)。本実習でも前進と手が上がる例は観察された。これらが発生する原因については後述する。ただ今回の実習では、ボールどうしが衝突する例が少なかった。これは練習プログラムで項目を細分化し、とりかえる技術を練習した結果だと考える。本プログラムは前進や手が上がってしまうことを避けられなかったが、ボールの衝突だけは抑制できた。今後は前進と手が上がることを防ぐよう、練習項目を改善する必要がある。

#### 3.2.3 自分なりにつかんだコツ

最後に学習者がつかんだコツを紹介する。これは彼女らが重要だと感じた点であり、練習項目を改善するのに有効な材料となる。最も報告が多かったのは、“ボールの高さを一定にする、なるべく高くあげる”などボールの頂点に関するもので7例あった。ボールの高さを一定にすることでとりかえるタイミングが安定する。またボールがより高く上げれば、キャッチやリリースなどの時間が稼げるので、これらのコツは非常に理にかなっている。ただ、ボールを高く上げる程、軌道は大きくばらつくので、ボールを高く上げても軌道を安定させるには練習が必要である。ボールの高さと軌道の正確さとの相反関係を調整するのに、“ボールの高さを一定にする”ように心がけるのは効果的なのかもしれない。

また、リズムを取る、膝を曲げる、歌いながらやるなど、自分で投げるタイミングを制御することがコツだとする報告も4例あった。練習項目には3-2以外、タイミングに関するものは設けていなかった。しかしこれらの報告は、リズム調整項目の必要を示唆している。ただ授業を見る限り、リズムの取り方には個人差があるので、それぞれに応じたリズムの取り方を各自が見つけるようにすべきであろう。

最後に、目線に関する記録が3例あった。それらは上を見る、目線を同じにする、下を見ないなど、1-1や1-2で練習した項目であった。カスケードでは落ちてくるボールを見ながらキャッチする時間がない。ボールの頂点付近だけを見るだけで、ボールの落下点を予測し、その近くで落ちるボールと投げるボールとをとりかえることが必要である。目線の安定もカスケードに重要な要素である。

### 3.3 ビデオ記録から

次にビデオ記録の観察から気付いた点を述べる。筆記

記録とは異なり、ビデオからは学習者が意識出来ない動きのクセまで観察できる。事実、運動技能において“わかる”と“できる”とは独立であり、“わかっていてもやめられない”クセも多い(Hirata & Yoshida, 2000)。逆に気付かぬうちになってしまうクセもある。ここではそれらのクセを観察する。特にカスケードを続けるうちに「なぜ前進するのか」に絞って観察し、その機序を推察する。

### 3.3.1 前進と前方向への投げ

図4に3ボールで前進する例を示す。これは2週目の録画で、最終的に彼女は25回のキャッチが出来るようになった。まず1コマ目では左手から投げられたボールが頂点にある(ボールを白丸で囲んだ)。2コマ目で落ちてきた左手ボールと右手で持っているボールとをとりかえる。3コマ目で右手で投げたボールが頂点に達し、4コマ目では左手でとりかえている。このままカスケードを継続するうちに、彼女は画面右端まで前進を続けた。ここで1コマ目と3コマ目でボールの頂点を比較された。3コマ目の方が身体から離れている(前投げ)。前方に投げられたボールに対してとりかえを行うには、前に歩く必要がある。これが4コマ目で前進する原因である。3つボールだと次々にとりかえ動作を行うため、投

げ動作が疎かになる可能性がまず考えられる。そこで2つボールでの練習に戻って観察した。

図5に2つボールにおける、前投げの例を示す(彼女は15回出来るようになった)。1コマ目では右手から投げたボールが頂点に達し、2コマ目では左手でとりかえている。3コマ目では左手で投げたボールが頂点に達するが、これが前に投げられているので、4コマ目でとれなくなってしまった。3つボールだけでなく、2つボールでも前投げは見られた。よって3つボールでの連続動作、高い時間的制約とは別の要素が前投げに影響する、と考える。また、図4では右手で投げたボールが、図5では左のボールが、前方に投げられている。彼女らはいずれも右利きであった。よって非利き手から投げにくいことの他にも、前投げの原因がありそうである。以下にカスケードが長く続く例から、その原因を推察する。

### 3.3.2 カスケードが長く続く例：キャッチの高さ

図6は53回続くようになった例である。1コマ目で右手で投げたボールが頂点にある。2コマ目は左手でボールを投げ上げる、とりかえ動作の瞬間である。3コマ目では落ちてくる右手からのボールを左手でキャッチしている。ここでキャッチする高さ(3コマ目)が、とりかえた時点(2コマ目)より低くなっている。4コマ目は

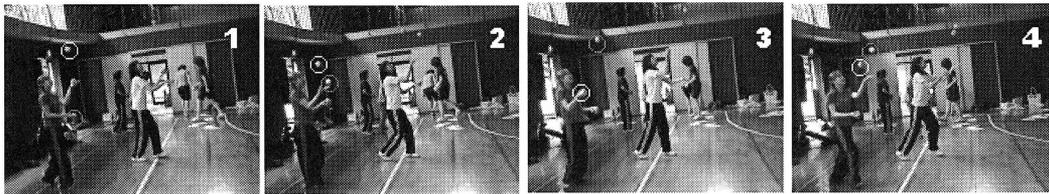


図4：前進の例。1コマ目：左手で投げたボールが頂点。2コマ目：右手で投げ上げ、落ちてくるボールととりかえる瞬間。3コマ目：右手で投げたボールが頂点。4コマ目：左手でのとりかえ(右足が前に出ている)。



図5：2つ練習でボールが前に投げられる例。1コマ目：右手で投げたボールが頂点。2コマ目：左手で投げ上げ、落ちてくるボールととりかえる瞬間。3コマ目：左手で投げたボールが頂点(前投げ)。4コマ目：そのボールは右手で取れない。

図4で、左手で投げたボールを右手でキャッチした瞬間である(図4の2コマ目と3コマ目の間)。こちらはとりかえた瞬間(図4の2コマ目)とはほぼ同じ高さでキャッチしている。図6の3コマ目のように、とりかえより低い位置でキャッチすることにより、キャッチまでの時間を稼げるのでゆっくり投げられる。なお、とりかえからキャッチまでの間隔が4コマ目では3フレーム(≒90ms)であったのに対し、3コマ目では8フレーム(≒240ms)あった。キャッチまでの時間間隔が短いと、投げとキャッチの高さが水平に近くなり、投げはキャッチを見越した小さなフォロースルーになってしまう。この場合、大きな動きでボールを真上に投げることは難しく、手首だけでボールをスナップするような投げになる。そして手首だけを使うと前腕全体を使う場合より、前投げになりやすい。したがって視野の範囲内でキャッチしようとする結果、投げ始める高さが顔に近づくこと、これが前進の一因であろう。これは「どうしても手が上がってしまう」という報告が多かったことから裏付けられる。

高い位置でのキャッチには、練習項目1-2や1-4が関わっていると考えられる。すなわち高い位置でキャッチする利点は、キャッチの時にボールが周辺視野に捉えられ、キャッチの瞬間にボールの位置が見えることである(図6の3・4コマ目を比較のこと。3コマ目はキャッ

チの手を見ていないのに対し、4コマ目では視野の範囲でキャッチしている)。浮いているボールの頂点からボールの落ちる位置が予測しにくかったり、捕りやすい位置に投げるのが難しいと、視野内にボールを捉えてキャッチするため、非意識的にキャッチの位置が上がるのであろう。

### 3.3.3 カスケードが長く続く例：補償能力

実際にはカスケードが長く続く者でも、前進しないわけではない。前投げもしばしば見られるが、それでもカスケードは続く。発表会で20回続いた例を図7に示す。右手での9回のとりかえのうち、4回を選んだ。ここから分かるのは、とりかえ動作が全て同じではないことである。落ちてくるボールの位置、速さに合わせて、とりかえる位置が上下、前後、左右に調整されている。高いボールには早めに、低いボールには遅めに次のボールが投げ出されている。またボールの落ちてくる位置を見越して、その内側でリリースされている。このようにボール軌道の変動を抑えるだけでなく、生じてしまった変動を補償することで、カスケードが続く。自分の得意なタイミングだけでなく、ボールの動きに合わせたリズムでもとりかえられる補償能力がカスケードの継続には必要であろう。

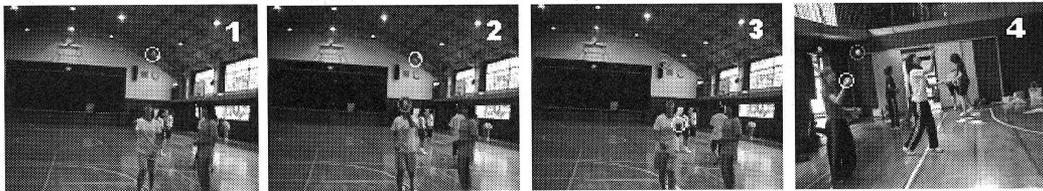


図6: とりかえるタイミングとボールをキャッチする高さ. 1コマ目: 右手で投げたボールが頂点. 2コマ目: 左手でとりかえる瞬間. 3コマ目: とりかえた後の左手でのキャッチ. 4コマ目: 図4における右手でキャッチする瞬間.

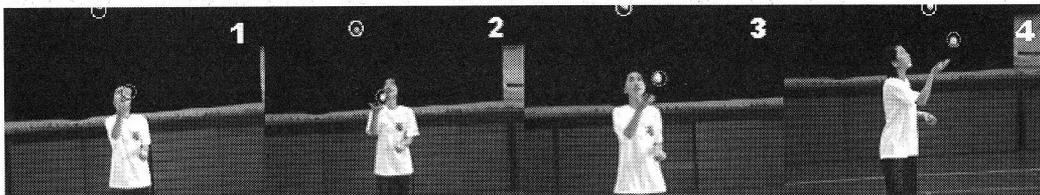


図7: 右手でとりかえる瞬間の4例.

#### 4 総括

本稿では一般体育の教材として3ボール・カスケードを取り上げ、習得を促すプログラムを作成・実行し、その評価を試みた。3回の実習でクラスの6割以上が目標を達成した。練習初期にはボールの投げを安定させること、左右の技能差を解消することが重要だと分かった。投げの安定については目標物を定める、肘を中心に前腕を回す、などの工夫をした練習を強調していく。今回は左右均等に練習するよういくつか項目を設けたが、左右差の解消には十分ではなく、今後はより多くの練習を非利き手の投げに費やす必要がある。

練習全体を通してみると、「とりかえる」動作を強調した練習によりボールどうしの衝突は抑えられたが、前進する例は多く見られた。ビデオの観察から、キャッチする位置を低くすることが肝要だと推察された。そのためにはキャッチする瞬間にボールを見なくても、とりかえられる予測能力が必要である。今回設けた1-2、1-4の練習項目はカスケード中の視点の高さを一定にし、キャッチの位置を下げるのに効果的とは言えず、今後の改良を要する。

学習者が発見したコツは、ボールを高く投げて時間を稼ぐ、リズムを取る、など時間的な項目が多かった。自分のテーマソングを決めるなど時間的な要素も取り入れ、特に重要な項目と、そうでない項目とのめりはりをつけた練習プログラムに改良する。ただ、Beekや橋詰らが提唱する通り、知覚と行為とが強く結びついたカスケードでは、各要素がダイナミックに関係している。つまりボールを高く上げ、キャッチの位置を下げたからといって、前進が防げるとは限らない。他の要素も関係しうし、ボールの高さとキャッチの高さを変えることで他の要素が歪むこともありうる。各要素の結びつき方には個人差もある。全体的な練習プログラムは最低限にして、各自に応じた練習方法を提案することも重要になる

だろう。

最後に今回の実習では、練習への取り組みが熱心であった。独自の練習法を発見するものも少なくなく、互いのクセやコツに関する言葉の自発的なやりとりも数多く見られた。3回の実習を通してやる気を維持し、練習を継続すれば各自のペースで技能は向上する。それぞれが最後に最高記録を出し、「できなかったことができるようになる」ことの喜びを共有できたことに感謝したい。

#### 参考文献

- Beek, P., & Lewbel, A. (1995). The science of juggling. *Scientific American*, November, 92-97.
- Beek, P., & Santvoord, A. van. (1992). Learning the cascade juggle: A dynamical systems analysis. *Journal of Motor Behavior*, 24, 85-94.
- Beek, P., & Turvey, M. (1992). Temporal patterning in cascade juggling. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18, 934-947.
- 橋詰謙. (2000). ジャグリング. 体育科教育, 3月号別冊, 76-79.
- 橋詰謙, 松尾知之. (1998). Jugglingの初期学習段階: ball eventの変動性について. 第8回運動学習研究会報告集, 22-29.
- 橋詰謙, 松尾知之. (1999). Jugglingの初期学習段階・その2: 変動性が低下しないパラメータの意味. 第9回運動学習研究会報告集, 5-11.
- 橋詰謙, 松尾知之, 門田浩二. (1999). 5ボールジャグラーがやっていること. 平成11年度人間工学会関西支部大会抄録集, 171-174.
- Hirata, C., & Yoshida, S. (2000). Visual dominance in amending the directional parameter of feedforward control. *Journal of Motor Behavior*, 32, 17-25.