

体温調節のできない獲物を追い詰めて仕留める「持久狩猟」を完成させてきました。ただし、この段階での槍などの使用は「投擲具」としてではなく「直接仕留める接近戦」であったと推察されます。

3. 投運動の発生

木村(1990)は、グドールのチンパンジー研究を引用し、棒を武器として使うこと。武器として棒や石を投げること。上手投げや下手投げで石を投げること。大きなもの場合は下手投げであることなどを紹介しています。また850グラム程度の「叩き石」と「床石」を使ってアブラヤシの実を恒常的に砕いて食している例も報告されています。つまり全身を効果的に利用する投運動ではなく座位や立位で上肢(帯)のみを用いた投運動が先行するようです。大山(2024)は、ゴリラのサイドスローやオラウータンのオーバースローの例を報告していますがいずれも座位からの動作のようです。

投運動に類似した動作に打撃運動があります。棒を持って対象物に上から「打ち付ける」あるいは上部にある果実などを「叩き落す」といった行為が発生したことは容易に推測できます。

ヒトの肩関節の解剖学的構造は大変複雑で、体幹の上に肩甲骨と鎖骨と胸骨の「上肢帯」があり肩関節から上腕と前腕が繋がること。鎖骨と胸骨を繋ぐ関節は大変よく動く関節で、上腕骨に繋がる肩甲骨の自在な動きを支えること。さらに肘関節から先の尺骨と橈骨とが捻じれることにより回内・回外の動作を可能とし手首の関節と手指の動きと相まって大変に複雑な動作を可能とすることが指摘されています。

ところがこのような複雑な構造を持った身体を動かす「運動司令」は、個々の関節をどうやって動かすのかではなく「強く投げる!」とか

「軽く叩け!」といった「ひとまとまりの動作の強さ(“関節トルク”と言います)」のようです(川人、1988)。

直立二足歩行や長時間の持久走が安定して可能となることは、必然的に上体や上肢に大きな自由度を与え狩猟行動での「投運動」や「打撃運動」の発生を可能としたことが推察されます。

4. 接近戦から遠隔投擲(飛び道具)へ

リーバーマンは、約200万年前のホモ・エレクトスの段階で石器製作を可能とした力強い精密把握が可能となったこと。そして「投げる」能力が、一步踏み出して投げることも含め、可動域の大きな腰、幅広なで肩、横向きの肩関節、かなり伸びる手首などがすべてそろって可能となってきたことを指摘します。

2012年に放映されたNHKスペシャル「ヒューマン」では、ホモ・サピエンスの世界各地への生存域拡大に「投擲(補助)具」の存在が重要であったことが指摘されました(図2)。



図2 NHKビデオ「ヒューマン」(2012)より:
アボリジニの投擲具「ウーメラ」

この投擲具は、軽量の石器のやじりをつけた槍を数10m投以上げることができるもので、ネアンデルタール人が長い槍で大型動物を直接倒していたことに比べ、遠くから小型動物を狩猟することを可能としたと推定されています。「ウーメラ」や「アトラトル」という投擲具は世界各地から発見されており、9万年前頃のア

フリカから発見される石器も小型のやじりと見なされることから「投擲具を用いて槍を投げる」という行為は、私達の祖先であるホモ・サピエンスを特徴づけたと考えることができます。この「投擲具」は、アメリカ大陸やオーストラリア大陸では比較的長く使われていましたが、ヨーロッパでは1万2千年前から「弓矢」が使われるようになり投擲具は使われなくなりました。

「遠くに物を投げることのできる身体の構造と機能」は、ホモ・サピエンスが「投擲具」と「槍」を使って、食糧獲得拡大のため小型動物を獲物とすることができた頃に形成されたのかもしれませんが（最近ネアンデルタール人も槍を投げて狩猟を行っていた可能性を示す遺物が見つかっています：2020年NHK放映、ネアンデルタール人の真の姿にせまる）。

「石を投げる」動作については投げられた石の存在も含め遺物の年代特定ができないのですが、小原は、アウストラロ・ピテクス段階で棒や石を使って小動物を採集していた可能性を指摘します。その後人類は「投石紐（二本の紐のあいだに石をセットして片方を離す）」や「ボアラ（三叉状の紐の先に石を固定する）」や「ブーメラン」などの様々な用具を発明しながら投運動を発展させてきたようです。

5. 非生産的な投運動の発生は？

狩猟活動としての投運動は、獲物に相当のダメージを与えるいわば「的あて」の性格を持っていたと思われます。一方生産拡大の手段としての投運動の「洗練」も重要であることも推測できます。投擲具で正確に獲物を仕留めるためにはそれなりの「訓練」が必要となり、集団内での未経験な若い個体が学習行動をしていたことは十分に推察され、また、石器や道具の製作においても経験豊富な個体からの「模倣」も想定されます。フランス人類学の大御所

であるコパンが科学監修を行った France3 : A SPACIES' ODYSSEY (DVD:2002年) では、ホモ・エレクトス段階で子どもに石器製作を教えているシーンが収録されています。

これらの模倣や訓練は直接的な生産性はないのですが生存拡大には必要なものと考えられ、生産的狩猟行動と非生産的模倣行動とが「共存」していたこととなります（山崎、2023）。

ホイジンガ（1938）は、本質的機能としての「ホモ・ルーデンス（遊ぶヒト）」を「ホモ・ファベル（働くヒト）」と並んで一つの地位を占めるに値するものであるとの有名な指摘をしています。

6. 模倣行動を支えるメカニズム

このような「模倣行動」の神経生理学的背景には1990年代に発見された有名な「ミラーニューロン」（リゾラッティとシニガリア、2009）があることが指摘されています。まさにサル「猿真似」を超えたヒトの「物真似」です。

模倣行動におけるミラーニューロンの働きについて、虫明（2007）は、観察した運動と行う運動とに関わる運動前野のミラー細胞について、①模倣が腕などの形をまねる階層から②目標達成の動作レベルでの模倣の階層、更に③動作の目標を模倣する階層が存在することを指摘しました。松波（2000）は「合同ミラーニューロン」という概念が「模倣」に対応することを指摘し、更に運動を模倣するときに加えて「予測」を含めて運動を要素に分解し、他の類似の運動とも区別できてその運動が実行できるものとしています。

つまり模倣行動は、形をまねる～動作をまねる～目的達成をまねる～結果を予測する、というプロセスを経て進んでゆくようなのです。

乾と坂口（2020）は、「能動的推論」という理論から、知覚と運動とは一体であり事前に結

果を予測して運動指令を発しておりその際注意水準を上げて「感覚精度」を向上させて運動反射ループの機能を改善していることを指摘しています。

7. 投運動の個体発生

では、子どもの発達過程を考えた時に投運動はどのような経過を経て獲得(人類学的再現?)されるのでしょうか。

マリーナとブシャー(1995)は、発育期の運動パフォーマンスの6歳以降の投能力について、男子は直線的に向上するが女子では14歳以降停滞することを指摘しています。(これは走能力でも同様の傾向があり、筋力や立幅跳びの記録の停滞とも関連している可能性がある)。

これは日本においても同様の傾向があり、性差やトレーニング効果についても指摘されています(神事と桜井、2003)。

進化のプロセスでの投動作の模倣とその発達を考えても、子どもの発育発達過程における集団内での「模倣行動」や「遊び」などのいわゆる「運動経験」の重要性、そして最近の子ども社会における運動経験の減少と「ボール投げ」に代表される投能力の低下との関連も多く指摘されています。

我々の様々な身体運動の実現は、「神経系」と「身体系」と「環境系」の枠組みの中で実行されます(多賀、2002)。川人は、その運動指令の実体は、基本的運動形態(歩・走・跳・打・投など)の「関節トルク」であることを指摘します。つまり、関節や筋を個別に動かすのではなく「ひとまとまり」の基本的動作とその組み合わせとして実現されているようなのです。

ですから子どもの発達のプロセスの中で、様々な運動経験を積み重ねて基本的運動形態の獲得を進めてゆくことが重要であり、さらに発達段階に応じてその組み合わせを学習してゆく

必要があります。

投動作の獲得では、リーバーマンの指摘するように「一步踏み出して投げる」という「動作の組み合わせ」の経験を積み重ねてゆくことが次のステップとなります。この点で「走運動(助走)」と「投動作」を結合することは「投擲方向(狩猟活動では『命中精度』が求められる)」を含めかなり高度な神経系の働きが必要とされ、様々な「スモールステップ」を含めた細かい獲得課題が想定されます。

8. 陸上競技の投擲用具

陸上競技規則では投擲物(砲丸・円盤・ハンマー・やり)の規格が一定の範囲内で決まっているのですが、選手は大会側が準備したものの中から自分に合ったものを選択します。

「やり」では重量や形状が一定の範囲内で決まっていて、男子は1986年から「飛ばないやり」に重心位置の変更があったことはよく知られています(メーカーとしては「飛ばないやり」の規格の中で「飛ぶやり」を作ります)。さらにやりには本体の「硬さ」も重要です。やりのリリースの瞬間には大きなパワーを加えるので本体が「たわむ」のです。そして瞬間的な「たわみの戻り」が生じます。ところが「柔らかいやり」では力が抜けてしまい上手く力が伝わらない(工学的には「インピーダンスマッチング」という考え方)のです。これがやりの規格での「推奨硬さ(飛距離)」が表示される根拠です。マスターズ陸上男子やり投げでは60歳から女子用の600gに規格が変わるのですが、あるトップクラスの選手から「日本国内の女子用やりは柔らかすぎるので国外から硬いやりを輸入できないか?」と相談を受けたことがあります。

重量や長さや形状や投げ方など様々な要因が複雑に関連してパフォーマンスを決定しているところが投運動の「奥深い」ところなのかもしれません。

9. 投運動獲得のプロセスを考える

岨(2019)は、学校体育研究同志会の「投げる」教材の授業プランについて、A「いろいろなものを投げてみよう」B「ペットボトル投げ」C「ミニバイクのタイヤ投げ」の3つの単元を紹介しています。

「投げる」教材にひそむ「なぞ」解きをしながら、A単元では様々な形状の物を投げる経験を、B単元ではペットボトルをより遠くに飛ばすためペットボトルの重さ(水の量)を変えることによる距離と投げ方の関係の学習を、C単元では的投げから距離投げへの発展を経験します。そして助走をしたりターンをしたりロープを結んだり(いわゆる「ハンマー投げ」?)しながら「もっと遠くに投げるための方法を考える応用編へと進みます。

「ペットボトル投げ」は「重量」と「投げるパワー」と「投げ方」と「飛距離」の関係(インピーダンスマッチング)を経験し学習します。

「棒投げ」「タイヤ投げ」「ハンマー投げ」などは「投擲物の形状」と「投動作」の関係を経験し学習します。実は「丸くない形状の投擲物」は力を加える方向に工夫が必要で、尻尾のついたジャベリックボール(図3)や短めのライトジャベリンなども同様です。

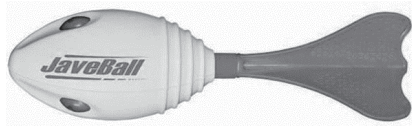


図3 ジャベリックボール(約140g)

中野(2019)は、投動作の獲得と改善をねらう「バトンスロー実践」でロープの末端の的に強くとって「コーン」という音を出すのか」を工夫するなどの発見型学習を報告しています。

ダーツのような「正確投げ」でも当てるだけ

では的に刺さりませんので一定の投げる強度が必要です。一方「思いきり遠くに投げる」といういわば「抽象的思考」による遠投を最初から実行することも困難と思われます。小学校段階での「猛獣がり」などの授業実践は、ダンボール箱などを「落とす」ことを課題として「正確投げ」と「距離投げ」の両者を混在させながら試行錯誤してゆくことが重要なのだと思うのです。

10. エコロジカル・アプローチ

ジャベリックボールは小学生の全国大会や県の予選会でも使われています。側面に「笛」を内蔵しているので上手く投げると“ピュ〜ン”という音がします。子どもたちは「鳴らしたい一心」で一生懸命練習に取り組みます。植田(2023)は、サッカー指導における「制約主導アプローチ」という概念で「ボール」「コートサイズ」「人数」「ルール」などを変えることによって「型にはめることなく運動を引き出す」ことを指摘しました(同志会の「じゃまじゃまサッカー」実践も同じように思います)。図4は、TurveyとKuglerによる「アフォーダンス」を象徴するシェーマで、移動する動物の状況により「登れる階段」「すり抜けられる隙間」などが変化するというものです。同志会での様々な「的あて実践」で、的(大きさや距離)や投擲

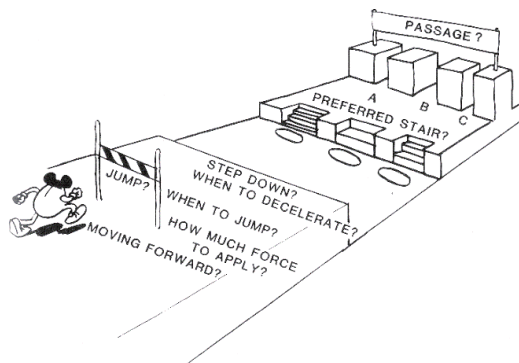


図4 移動する動物に関わる意味深い展開 (Turvey & Kugler : 1984)

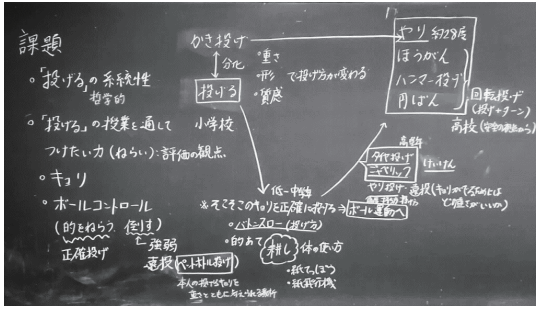


図5 2023年みはま大会：陸上競技分科会のまとめ

物（重さや大きさや形状）を変化させることによってさまざまな投動作を引き出すことを可能としている根拠でもあるように思います。

おわりに

「やり投げ」はやはり私たちを「人類史的な追体験」へと導いてくれるように思います（ただし投石紐やアトラトルは数10m以上も飛んだ的に当たりますので安全への配慮も必要です）。

実は、かつての同志会の投運動の「基礎技術規程」の論議の中で「ワンステップかき投げ」を投運動のモデルとして位置付けたことがあります（1977年提案、成瀬、2004）。現在の陸上競技の数十メートルの助走を前提とした「やり投」に象徴される「完成された文化的行為」に対して、リーバーマンも指摘する「一歩踏み出して投げることを人類の行動への「第一歩」と位置付けたものとも考えられるのです。

【参考文献】

1. J. デシルヴァ：赤根洋子訳、「人類が直立したわけ」と二足歩行に関するその他の「なぜなぜ物語」（直立二足歩行の人類史）、文芸春秋、2022年、pp.61-81
2. J. ホイジンガ・高橋英夫訳：ホモ・ルーデンス、中公文庫、1973年、pp.11-14
3. 乾 敏郎・坂口 豊、知覚&注意&運動（脳の大統一理論 自由エネルギー原理とは何か）、岩波書店、2020年、pp.1-51
4. 神事務・桜井伸二、投動作の発達パターン、子どもの発育発達 第1巻5号、杏林書院、2003年、pp.320-325
5. 川人光男、運動軌道の形成（伊藤・佐伯編 認識し行

- 動する脳）、東京大学出版会、1988年、pp.150-181
6. 木村 謙、二足で歩くヒト & 手を使うサル（サルとヒト）、サイエンス社、1990年、pp.1-39、81-120
7. D.E. リーバーマン：塩原通緒訳、最初の狩猟採集民（人体600万年史（上））、早川書房、2015年、pp.110-148
8. 松波謙一、運動前野（運動と脳 体を動かす脳のメカニズム）、サイエンス社、2000年、pp.64-80
9. R.M. マリーナ、C. プシャー：高石昌弘・小林寛道監訳、発育期の筋力と運動パフォーマンス（辞典 発育・成熟・運動）、大修館書店、1995年、pp.161-175
10. 虫明元、器用さの学習のメカニズム～ニューロン活動の働きから（久保田競編：学習と脳）、サイエンス社、2007年、pp.13-64
11. NHKスペシャル「人類誕生」制作班：馬場悠男・海部陽介監修、二足歩行は妻子のためだった & そして私たちだけが生き残った、大逆転！奇跡の人類史、NHK出版、2018年、pp.8-34、35-66
12. 中野真雄、バトンスロー（学校体育研究同志会編：たのしい陸上運動・陸上競技ハンドブック）、2019年、pp.101-104
13. 成瀬徹、自分史と陸上運動研究のあゆみ（学校体育研究同志会編、体育実践とヒューマニズム）、創文企画、2004年、pp.200-203
14. 大山卍圭悟、上肢のはなし（アスリートのための解剖学アドバンス編）、草思社、2024年、pp.155-206
15. 小原秀雄、生活空間の変化を探る（人[ヒト]に成る）、大月書店、1985年、pp.67-93
16. G. リゾラッティ & C. シニガリア：柴田裕之訳、行為の理解（ミラーニューロン）、紀伊国屋書店、2023年、pp.95-132
17. 篠田謙一、私たちはどこから来たのか（DNAで語る日本人起源論）、岩波書店、2015年、pp.1-14
18. 岨和正、「投げる」教材の授業について（学校体育研究同志会編：たのしい陸上運動・陸上競技ハンドブック）、2019年、pp.105-108
19. 多賀巖太郎、運動と自己組織（脳と身体の動的デザイン～運動・知覚の非線形力学と発達～）、金子書房、2002年、pp.1-90
20. M.T.Turvey,P.N.Kugler,AN ECOLOGICAL APPROACH TO PERCEPTION AND ACTION (In H.T.A.Whiting ed.,Human Motor Action Bernstein Reassessed) ,NORTHHOLLAND,1984,pp.373-391
21. 植田文也、実践法としての制約主導アプローチ（エコロジカル・アプローチ）、ソル・メディア、2023年、pp.113-183
22. 山崎健、研究ノート：人類進化の視点から探る身体運動の独自性、現代スポーツ研究 第7号、2023年、pp.52-59