

健康スポーツにおけるバイオメカニクスの面白さ —理数系の知識を活かして知的なスポーツ指導者を目指そう！—

Biomechanics is an interesting field in health and sports: Science and mathematics enhance quality of an intellectual sports leader.

加 藤 雄一郎

東亜大学 人間科学部 スポーツ健康学科
y.kato@toua-u.ac.jp

1. 序 論

健康スポーツ分野で活躍を目指す学生の志望動機は、「部活動の指導をしたい」という従来の競技スポーツ志向型から、「健康づくりのためにスポーツを指導したい」といった健康スポーツ志向に移行してきている。どちらを目指すにしても基本は、選手や生徒、クライアントが身体を動かすことであり、その指導を効果的に行うのが健康スポーツ指導者の役割である。したがって、健康スポーツ分野の専門家になるためには、身体の仕組みを知るとともに、身体の動かし方についてのメカニズムを知っている必要がある。

健康づくりのための運動指導においては、自身の選手生活で培ってきた競技スポーツ体験に基づく指導法では全く歯が立たない。なぜなら対象は、スポーツ選手ではなく、一般の子どもからお年寄りまで様々であり、健康・体力水準、運動学習能力、到達目標が全く異なる人々であるからだ。これらの人々に健康を目的とした運動を実施するには、科学的な根拠に基づいた運動メニューと指導法が求められる。また、スポーツの近代化に伴い世界の競技力も飛躍的に向上し、国際競技のようなハイレベルな世界で勝つためには、スポーツ科学による貢献が欠かせない。我が国でも国際競技力を向上させるためにスポーツ科学、医学、情報の拠点として国立スポーツ科学センターが2001年に設立され、日本代表選手の体力・技術トレーニングの科学的サポートを行っている。科学的サポ

ート体制なしに世界の舞台で競い合うのは、もはや困難な状況になっている。このように人々の健康の維持・増進や、選手の競技力向上に対して科学的根拠に基づいて応えることのできる健康スポーツの指導者の育成は、時代の要請でもある。つまり、良い指導者を目指すには、単にスポーツを実践できるだけでなく、「知的なスポーツ指導者」になる必要がある。

身体の動きを理解するためには、生体の機能的な仕組みと、自然科学の法則を利用することが重要となる。なぜなら、手足を動かして力を伝える行為である身体運動は、力学的法則（ニュートンの運動法則）に従い、その動力源の制御は生体機能の中にあるからである。この身体運動のメカニズムを理解するための学問がバイオメカニクスである。バイオメカニクスには、キネマティクス（動作学）、キネティクス（動力学）、エナジェティクス（エネルギー学）の3つの大きな着眼点がある（金子，2006）。1つは、動きそのものがどうなっているのかフォームを分析することであり、2つ目は、力がどのように働いているのかを分析することであり、3つ目は、それらの動きを作り出すエネルギーがどのように発生しているのかを解明することである。すなわち、目的の動作がどうなっていて、その動きを行うためにどれくらいの力が必要であり、その力を出すためにどれくらいのエネルギーが必要であるのかを明らかにすることである。このようなバイオメカニクスの視点で人

の動きを観察できるようになると、スポーツ活動の指導ポイント、トレーニング方法も自ずと効果的になって行く。したがって、バイオメカニクスは、競技スポーツの選手・コーチ、保健体育教員、スポーツ・インストラクター、健康づくり支援員にとって必要不可欠な学問領域になっている。

本稿では、健康スポーツにおける身体運動を理解するために、自然科学の法則を用いたバイオメカニクス講義の内容から、特に「力」と「運動」に焦点を当て、その一部を簡単に解説していく。身体運動の仕組みを紐解いて行く過程で、如何に理数系の知識が大切であるか分かるであろう。

2. 質量と重量（重さ）

身体運動で最も重要となるのは、「力」の制御である。ここで「力」を表現するために、質量と重量（重さ）の概念を理解しなければならない。ある物体が地球上にあると考えたとき、物体には地球の中心に向けて引っ張られる「力」、すなわち重力が働いている。このとき物体そのものの量を質量といい、地球に引かれる重力の大きさを重量という。図1は、バイオメカニクスの講義資料であり、質量と重量の違いと数値的關係について示している。この質量と重量の違いを概念的に理解することは、とても重要である。通常、我々が秤（はかり）で計っているものは、物体に働く重力の大きさである。ある人（Aさん）が体重計に載ったときの目盛りが60キログラム重（kgf）を指していれば、それがAさんの重量、つまり体重ということなる。このときAさんの質量は、60キログラム（kg）である。ここまでは何の疑問もなく理解でき

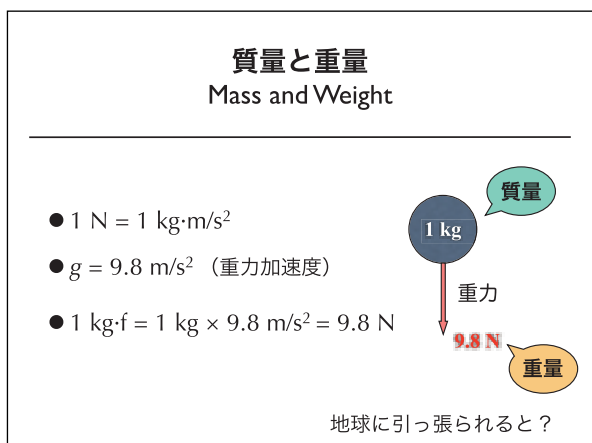


図1. 質量と重量の違い

る。しかし、仮にAさんが月へ行ったとしたら体重はいくつになるだろう？月に行ったとしてもAさんは、Aさんなので質量は60 kgである。しかし、重力は地球の1/6となるので、体重計の目盛りは $60 / 6 = 10 \text{ kgf}$ を指すことになる。すなわち、同じ質量であったとしても、働く「力」の大きさによって重量が異なることになる。このように「力」は、質量とは違うということが身体運動を理解する上での重要なポイントになる。

質量と重量の違いが分かったところで、単位の話をしてみよう。そもそも「力」の性質は、質量と異なるわけなので、単位も異なって然るべきである。したがって、質量をキログラム（kg）、力をニュートン（N）で表記することが、今日の国際ルールとなっており、国際単位系（SI）として定められている（産業技術総合研究所計量標準総合センター、2006）。一方、地球上では質量と重量が同じ数値であり、体力テストの項目である体重、握力の単位は未だにkgのままである。このような日本の慣習を考えると、学生諸君が「力」の単位をキログラムで表すのに慣れていることは容易に想像できる。したがって、「力」をニュートンで表現する際、しばしば混乱の原因となる。そうは言っても「力」の単位はニュートンなのである。1991年に日本工業規格（JIS）が国際単位系に準拠し、2002年度から中学校の教科書でも「力」の単位にニュートンが用いられるようになった。バイオメカニクスの講義でも「力」の単位は必ずニュートンを用いている。図1にあるように質量1 kgの物体の重量は、重力に引っ張られているため9.8 Nとなる。しかし、なぜ1 kgの重量が9.8 Nになるのかを正しく理解するためには、加速度の概念を理解しておく必要がある。

3. ニュートン力学

スポーツでは、例えば、サッカーやバスケットボールのプレー中にディフェンスを抜くために素早い切り返し動作を行う場面がある。走っている方向の動きを止めて、反対方向に身体を動かすには、非常に大きな力が必要となる。このとき動きの速度に比例して、大きな力を発揮しなければならない。健康スポーツ分野の学生諸君であれば、このことは体験的にも良く知っていることである

う。それでは力を地面に加えて方向を変えたときに、一体、身体はどんな運動を行っているのだろうか？

力とは物体の運動を変える働きをするものである。すなわち、力は物体の速度を変えることができるのである。これが加速度の法則（ニュートンの第2法則）である。身体運動は力を作用させることによって遂行され、力が作用しなければ運動は生じないことになる。このニュートン力学は運動を理解する上で非常に重要なので、講義では図2のように紹介している。加速度の法則は、 F を力、 m を質量、 a を加速度とすると有名な次の式で表される。

$$F = ma \dots\dots(1)$$


すなわち、力の大きさは、質量と加速度の積である。ここで加速度について説明しておく。加速度とは、単位時間あたりに変化した速度のことであり、単位はメートル毎秒毎秒 (m/s^2) である。物体が加速したり減速したりするということは、ある一定の時間で物体の速度が変化したことを意味する。(1)式にあるように力と加速度は比例関係にある。速度が変化したということは、加速度が生じたことになり、力が生じたことと同義になる。ここで、切り替え動作の話に戻そう。体重70 kgfのBさんが、8 m/sの速度で走り込んで、反対方向へ6 m/sで切り返したとする。このときBさんは地面を蹴ってブレーキをかけ、走り込んできた8 m/sの速度を0まで減速させる。さらに地面を蹴り続けることで、反対方向へ身体を加速させ、最終的に6 m/sの速度で切り返していることになる。このとき速度は、 $8 + 6 = 14$ m/s変わったことになる。仮にこの動作を0.5秒間で行ったとすると、1秒間当たりの速度の変化量は、28 m/s ($14 \times 1 / 0.5 = 28$) になる。つまり、走り込んできた方向と逆方向に力を加えることで、28 m/s^2 の加速度を身体に加えたことになる。このとき地面に対して水平方向に加えた力の大きさは、Bさんの質量が70 kgであることより、(1)式を用いて、 $F = ma = 70 \times 28 = 1960$ Nと計算できる。言い換えれば、水平方向に1960 Nの力の大きさで0.5秒間地面を蹴ることができれば、同じ動作ができることになる。

このように行う動作の様式が分かれば（キネマティクスの分析）、そこに働いている力の大きさも分かることになる（キネティクスの分析）。ある運動を遂行するために、どんな力が働いているかを知るということは、指導やトレーニングする際に非常に重要なポイントである。これを健康分野に応用すると、例えば、ある物体を持ち上げるときの関節にかかる負担なども計算できる。このようにバイオメカニクスの考え方が如何に健康スポーツ分野において大切であるか分かるであろう。

運動力学の原則

全ての身体運動は、動いている身体に作用する力により決定される。

- ・ 第1法則（慣性の法則）
- ・ 第2法則（加速度の法則）
- ・ 第3法則（作用-反作用の法則）



17世紀にアイザック・ニュートン (Isaac Newton) は、力が質量と運動に分けることのできる様式で関係していることを観察した。彼の記した「自然哲学の数学的原理」によって、人体運動分析の土台となる力学の基本法則と原理が提供された。これらの法則は、慣性の法則、加速度の法則、作用-反作用の法則として知られ、ニュートンの運動法則と呼ばれている。

図2. ニュートンの運動法則

4. 速度, 距離, 時間

力を作用させると速度の変化が起こり（加速度が生じる）、身体運動が行われる。そして、最終的に身体運動のパフォーマンスを決定するのは、速度ということになる。例えば、走ったり、泳いだりするときの身体の数値であったり、ボールを投げたり、蹴ったりしたときの腕や脚のスイング速度などがそれにあたる。速度とは、単位時間あたりに進んだ距離のことであり、単位はメートル毎秒 (m/s) である。 v を速度、 d を距離、 t を時間とすると次の式で表される。

$$v = \frac{d}{t} \dots\dots(2)$$

スポーツ場面で慣習的に用いられる速度の単位は、キロメートル毎時 (km/h) やマイル毎時 ($miles/h$) であるが、正しくはメートル毎秒 (m/s) で表記する。これも国際単位系で定められたルールである。なぜなら、通過時間や距離を算出する際に都合がよいからである。例えば、野球の投球

においてファストボールと言え、球速150 km/h以上のボールのことを言う。この150 km/hのファストボールは、一体何秒でホームベースまで到達するのだろうか？マウンドプレートからホームベースまでの距離は18.4 mである。(2)式より、時間を求めるには、距離を速度で除することになるが、18.4 mを150 km/hで除したとしても何秒で到達するのかは分からない。やはり球速をキロメートル毎時からメートル毎秒に直して単位を揃える必要がある。150 km/hは、1時間に150 km進むことを意味する。1時間は3600秒(60秒×60分)であり、150 kmは150000 m(150×1000 m)であることから、速度は150000/3600=41.7 m/sとなる。これが分かればしめたものである。(2)式より到達時間は、 $t = 18.4 / 41.7 = 0.44$ sとなる。それでは球速120 km/hのボールはどうであろう？同じようなやり方で計算すると、球速120 km/hのボールの速度は33.3 m/sであり、0.55 sでホームベースに到達する。2つの球速の時間差は0.11 sであり、如何にファストボールが打ちにくいかわかるであろう。このように単位を国際単位系で統一することには意味があり、数値を扱うときに単位が何であるかはとても大切である。さらに速度は、運動量やエネルギーにとっても重要であり、それらの値を求めるときもメートル毎秒という単位で計算することになっている。

速さを競うスポーツ種目では、時間計測が必ず行われる。なぜなら、(2)式を見れば分かるように一定の距離を短い時間で到達する方が速いからである。例えば100 m走などは、その典型と言える。2008年北京オリンピックの男子100 m走でウサイン・ボルト選手が9秒69という驚異的な記録で金メダルを獲得した。図3には、そのときの10 mごとの通過タイムが表示してある(The Science of Sport, 2008)。講義では、学生諸君に10 mごとの平均走速度を求めさせている。(2)式より速度は、距離を時間で除すことで求められるので、10 m区間を何秒で通過しているかを計算する必要がある。それぞれの区間の走時間は、 Δt で示した通りである。あとは10 mを Δt で除すことで、折れ線グラフに示すような10 mごとの平均走速度を算出することができる。算出した数値を見れば、人類最速の走速度は12.20 m/sであることが明らかと

なる。ちなみにこれを時速に直すと43.9 km/hということになる。ボルト選手の記録が、いかに素晴らしい記録であるのかが良く分かるであろう。さらにグラフを見てもらうと60 m地点まで速度が徐々に大きくなり、60-80 mの区間は同じ、80-100 mの区間で徐々に小さくなっていることが分かる。つまり、60 m地点まで加速し、60-80 m区間で速度を維持し、80-100 m区間で減速していることになる。ここで非常に重要なポイントは、100 m走で60 m地点まで加速し、その後高いトップスピードを維持しているという事実である。このことは10秒台で走るトップアスリートにしか為し得ないことなのである。一般人ではせいぜい40 m地点までしか加速することはできない(猪飼ら, 1963)。このように100 m走も区間ごとの通過時間を計測することで、速く走るための特徴が浮き彫りにできるのである。

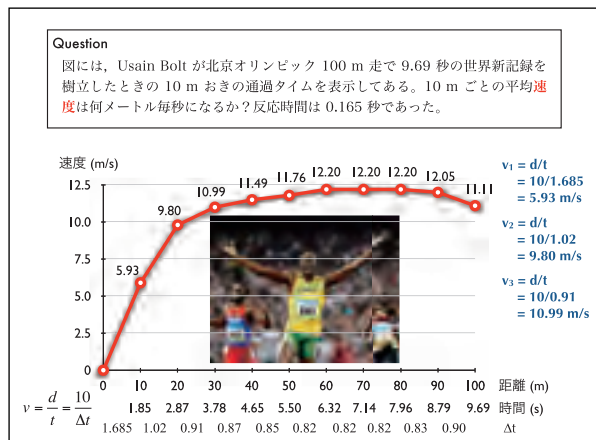


図3. 北京オリンピック男子100m走の分析 (出所) 写真©Telegraph Media Group Ltd.

5. アルキメデスの原理

水泳を行うときは、水に浸かることになる。このとき身体には必ず水圧がかかることになる(図4)。この水圧の合成力を浮力という。水圧は水深が深くなるほど大きくなるため、浮力は上向きの力となる。この浮力の大きさは、自然科学における最古の法則であるアルキメデス原理によって、「物体が押しつけた水の重さに等しい」ということが証明されている。人類が発見した最初の自然科学の法則をスポーツによって体験することができるのである。アルキメデスの原理に従えば、泳ぐときに浮かうと思ったら、身体をできるだけ水中に浸からせることが重要であることが分かる。

しかし、初心者の場合、呼吸の確保に意識が向き、浮くために身体を持ち上げようとする。この動作は、浮くためとは真反対の行為であり、実際に身体は沈もう沈もうとすることになる。浮くためには、身体の大部分をできるだけ水中に沈ませることがポイントとなる。したがって、初心者指導の際には、どうしたら浮くのか、沈むのかということ在水中で体感させることが重要となる。



図4. アルキメデスの原理と浮力

健康づくりのための運動として、近年、国民の健康志向の高まりとともに個人で主体的に実践できるものが選択されている (総務省, 2009)。その中でも水中運動は、とても人気の高い運動種目である。このときも身体が水に浸かるため、水圧の影響を受けて生理的には静脈還流が増大し、血流が促進されることが分かっている (小野寺・宮地, 2003)。また、アルキメデスの原理により浮力を受けるため、水中での体重は、水を押しのけた量の分だけ軽くなる。そのため、陸上運動よりも膝や腰に負担をかけずに有酸素運動を実施することが可能となっている。水中運動をする際に最も最適な深さは、剣状突起まで浸かる深さと言われている (みぞおちのあたり、図5参照)。それでは剣状突起の位置まで水に浸かると、体重は何キログラム重になるのでしょうか? 浮力の影響で軽くなるのは分かるが、実際に何キログラム重になるかは、水中で体重計に乗ってみる、もしくは計算してみないと分からない。講義では、学生諸君にアルキメデスの原理を用いて水中体重を計算させている。まず、浮力は、押しのけた水の重さと等しく、水1リットル (1000 cm³) の重さは1 kgfである。したがって、水を何リットル押し

けたのかが分かれば、浮力を求めることができる。つまり、身体の体積について考える必要があり、水に対する身体の比重 (密度) が分かれば良いことになる。仮に身体の比重が水よりも小さければ浮き、大きければ沈むこととなる。このように比重を求めることが浮力にとって必須となる。

水中運動を楽しんでいるCさんは、体重55 kgfで体脂肪率が25%であったとする。このときの身体密度 (D) は、脂肪組織の比重を0.9、除脂肪組織の比重を1.1とすると図5中に示した式で求めることができる。Cさんの体重、体脂肪率の数値を式に代入すると、

$$D = 0.9 \times \frac{25}{100} + 1.1 \times \left(1 - \frac{25}{100}\right)$$

$$= 0.9 \times 0.25 + 1.1 \times 0.75$$

$$= 1.05$$

であり、身体密度は1.05 g/cm³と計算される。つまり、比重は1.05ということになる。体重が55 kgfであるので、身体が全て浸水したとき、押しのけることのできる水の重さは、55/1.05=52.4 kgfということになる。Cさんが水中運動を行うためにプールに入ったとき、ちょうど水深が剣状突起の高さまでであったとする。剣状突起の位置で身体の70%が浸水することになるため、浮力は52.4×0.7=36.7 kgfとなる。したがって、求める水中体重は、55-36.7=18.3 kgfとなる。このように水中での体重が、いかに軽くなるかということは、浮力の影響を考えることで理解できるであろう。

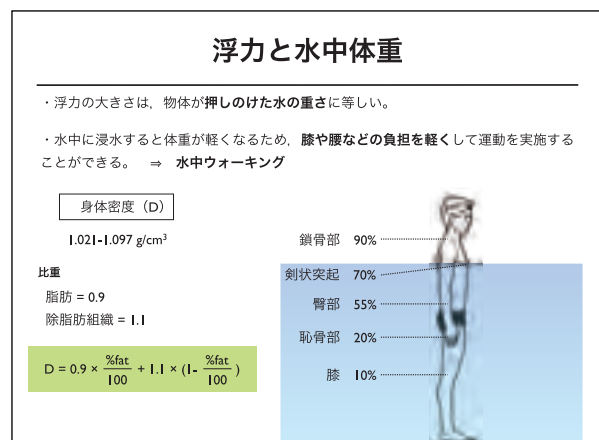


図5. 浮力を利用した水中運動

6. ピタゴラスの定理

地面を蹴って跳ぶときの跳躍距離は、地面を離れる瞬間の初速度ベクトルによって決定される。つまり、離地する際の身体重心の運動の方向とその速さによって跳べる距離は決まり、脚が離れたあとはジタバタしても距離は伸びないことを意味する。この原則は、全てのスポーツ活動に当てはまる。したがって、跳躍するために地面に対してどのような蹴り方（力の伝え方）をしたかが最も重要となるのである。それでは、新体力テストでお馴染みの立ち幅跳びについて考えてみよう。図6には、立ち幅跳びを行うときのキック力と初速度についての説明を示している。このとき、Dさんの地面を蹴った力（F）は、作用-反作用の法則により、地面から同じ大きさで反対方向の力（地面反力）となって返ってくる。この地面反力によって身体が前方へ跳び出すことになる。つまり、キック力が大きければ大きいほど、地面からの反発を受けて跳び出す力も大きくなる。では、このキック力を求めるには、どうすれば良いのだろうか？キック力を計測するとき、キックした方向と同じ向きで力量計を設置できれば、その数値を読み取ればよいことになる。しかし、実際には、地面を蹴る力の方向がいつも同じになることはなく、力の方向を瞬時に判定して計測することは極めて困難な作業となる。したがって、通常は、フォースプレートという3次元空間のx, y, z軸方向の力を計測できる装置を用いて、キック力の大きさと向き（ベクトル）を計算して出すというところを行っている。講義では、2次元（平面）を考えてキック力の算出を試みている。キック力の水平成分をF_x、鉛直成分をF_yとすると、それらの合力がキック力Fとなる。このときキック力Fの大きさを出すためにピタゴラスの定理を用いることになる。ピタゴラスの定理とは、直角三角形の3辺の長さの関係を表したもので、三角形の斜辺をa、その他の辺をb, cとすると次の式が成り立つことを言う。

$$a^2 = b^2 + c^2 \dots\dots(3)$$

図6に示した矢印（ベクトル）の長さが、力の大きさを表していることから、(3)式を使って矢印

Fの長さを計算することでキック力を求めることができる。Dさんが地面を蹴ったときの水平方向、鉛直方向の力をフォースプレートで計測したとき、それぞれF_x=300N, F_y=950Nであったとすると、(3)式より、

$$F^2 = F_x^2 + F_y^2$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{300^2 + 950^2}$$

$$= \sqrt{90000 + 902500} = \sqrt{992500}$$

$$\approx 996$$

となり、F=996Nであることが分かる。これと同じ力が、地面から身体に働くため跳ぶことができることになる。このとき、Dさんの体重とキックしていた時間がわかれば、力積-運動量関係を用いて、跳び出すときの初速度を求めることが可能となる。このように実際の力の大きさは、水平方向、鉛直方向の力を合成することで求めているのである。この力の合成や分解は、身体運動をバイオメカニクスの的に分析する際、必ず行う作業となる。したがって、ピタゴラスの定理や三角関数は、非常に大切なのである。

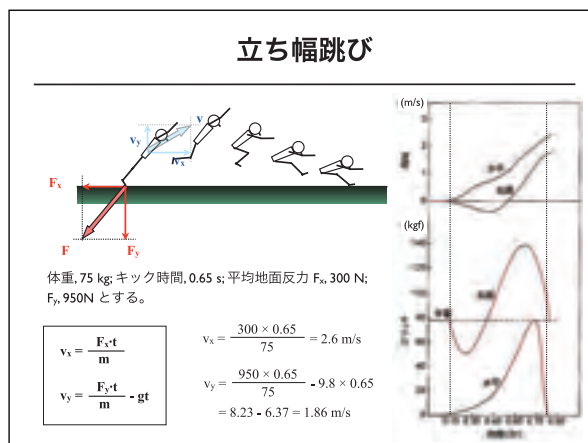


図6. 立ち幅跳びの分析

7. エネルギー保存の法則

身体運動は、力を発揮することによって、身体の動きを変えることで為される。一端、動き出した運動は、エネルギーを持っていると考えることができる。このエネルギーの総和は不変であり、エネルギー保存の法則と呼ばれている。この法則

は、今日まで知られているあらゆる自然現象に当てはまる法則である。力学的には運動エネルギー（ E_k ）と位置エネルギー（ E_p ）の総和は一定であるということになる。すなわち運動していたものが速度0になったとき、運動中に加わった力が0であれば、運動エネルギーは、全て位置エネルギーに変換されることになる。ここで m を質量、 v を速度、 g を重力加速度、 h を高さとすると次の式が成り立つ。

$$E_k + E_p = \frac{1}{2}mv^2 + mgh = \text{constant} \dots\dots(4)$$

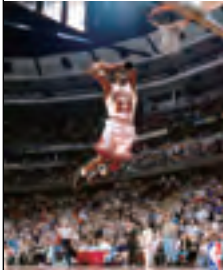
<p>Question 体重 97 kg の MJ さんが垂直跳びを行ったとき、その重心が 122 cm 上昇したとする。このとき MJ さんが跳ぶ瞬間に持っていた運動エネルギーは何ジュールになるか？また、跳び出しの初速度は何メートル毎秒になるか？さらに、離地してから着地までの時間（滞空時間）を求めよ。</p>	
$mgh = \frac{1}{2}mv_0^2 \rightarrow v_0 = \sqrt{2gh} \qquad v = v_0 - gt$	
	<p>垂直方向の重心高から位置エネルギーを求める。</p> $E_p = mgh$ $= 97 \times 9.8 \times 1.22$ $= 1160 \text{ J}$ <p>力学的エネルギー保存の法則より、</p> $E_k = E_p = 1160 \text{ J}$ $v_0 = \sqrt{2gh}$ $= \sqrt{2 \times 9.8 \times 1.22}$ $= \sqrt{23.912}$ $= 4.89 \text{ m/s}$
	<p>上昇時間</p> <p>最高到達点の速度は 0 であるので、</p> $v = v_0 - gt$ $t = \frac{v_0 - v}{g}$ $= \frac{4.89 - 0}{9.8}$ $= 0.499 \text{ s}$ <p>滞空時間は、上昇時間と落下時間の和になるため、</p> $0.499 \times 2 = 0.998 \text{ s}$

図 7. 垂直跳びの分析
 (出所) 写真©National Basketball Association

この力学的エネルギー保存の法則は、跳んだり、投げたりするスポーツ動作を理解するために応用されている。なぜなら、跳んだ時の初速度が分かれば、どの高さまで重心を上げられるのかを知ることができるし、逆に跳んだ高さが分かれば、跳ぶ瞬間の初速度や地面に着地するときの落下速度を知ることができるからである。講義では、跳んだときの最高到達点から、離地するときの初速度と滞空時間を求めさせている（図 7）。図 7 に示した MJ さんは、伝説的なバスケットボール・プレイヤーであり、体重 97 kgf で垂直跳びが驚くべきことに 122 cm である。このスーパージャンプをしたときの運動はどうなっているのだろうか？離地するときの位置エネルギーは 0 であり、運動エネルギーが最大となる。最高到達点である 122 cm の位置エネルギーは最大であり、速度が 0 であるので運動エネルギーは 0 となる。(4)の式より、運動エネルギーと位置エネルギーの総和は一定である

ため、

$$\frac{1}{2}mv_0^2 + 0 = 0 + mgh$$

$$v_0 = \sqrt{2gh}$$

$$= \sqrt{2 \times 9.8 \times 1.22} = \sqrt{23.912} \approx 4.89$$

となり、求める初速度は 4.89 m/s である。ここで t を時間、 v を速度、 v_0 を初速度、 g を重力加速度とする。上向きの初速度をプラスにすると、重力加速度は反対向きなのでマイナスとなることから、次の式が成り立つ。

$$v = v_0 - gt \dots\dots(5)$$

最高到達点での速度は 0 m/s であることから、(5)の式より、

$$0 = 4.89 - 9.8 \times t$$

$$t = \frac{4.89}{9.8} \approx 0.499$$

となる。したがって、離地してから最高到達までに要した時間は、0.499 s である。最高到達点から着地までの時間は、丁度同じであることから、滞空時間は、 $0.499 \times 2 = 0.998 \text{ s}$ となる。ちなみに垂直跳び 60 cm の場合の滞空時間は 0.700 s となる。まさに MJ さんのジャンプは、エアーと呼ぶに相応しい滞空時間を誇っているのである。

講義では、トップアスリート達の動作を分析するとともに、学生諸君の憧れの的である彼ら（彼女ら）の残した名言を紹介している。尊敬する人の言葉であるため、これは学生諸君の受けが非常に良い。図 8 には、MJ さんの名言を示している。「私は人生で何度も何度も失敗している。それが成功した理由だ。」やはり、どんなに偉大な名選手であっても、成功を収めるためには何事も挑戦しないことには始まらない。学生諸君には、バイオメカニクスの視点を養うために、運動そのものをイメージすること、間違いを恐れず計算に挑んでくれることを期待している。

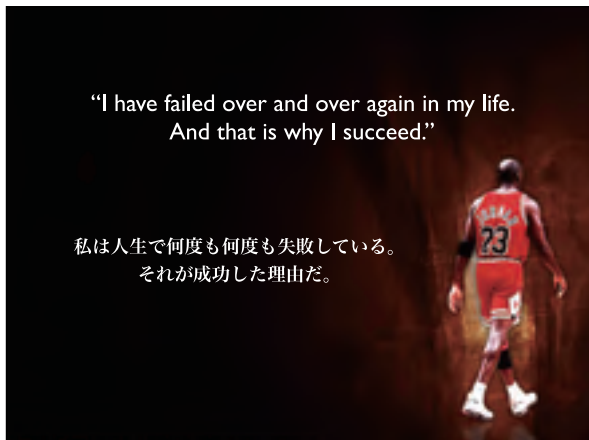


図8. Michael Jordanの言葉
(出所) 写真©BasketballWallpapers.com

8. まとめ

体育・スポーツ・健康づくりの指導者を目指す者は、実技ができるだけでなくバイオメカニクスの知識も重要となる。なぜなら身体運動は、自然科学の法則に従って行われているからである。本稿では、バイオメカニクスの講義内容から、質量と重さ、加速度と力、速度と時間の関係について概説し、アルキメデスの原理、ピタゴラスの定理、エネルギー保存の法則といった自然科学に基づき、実際のスポーツ場面での応用について解説を加えた。講義を通して身体運動が「なるほど!」そういう仕組みになっていたのかと理解できたなら、バイオメカニクスの面白さは倍増する。しかし、理数系科目の苦手な学生諸君にとっては、身体運動の仕組みを自然科学の法則を使って理解することは困難なようである。したがって、高校までの「算数」「数学」「理科」といった理数系科目を無意味だと思わずに、しっかりと学習しておくことが大切である。そうすれば、大学での専門科目の理解度も高くなり、バイオメカニクスのような理数系の勉強もスムーズに入っていけるであろう。さらに自分たちの体験してきたスポーツ動作が、なぜできるのか常にイメージすることが大切である。このイメージ能力が高い人は、身体運動の仕組みを理解することに長けている。自然科学の法則と身体運動のイメージがピタッと重なったとき、「勘」は「確信」に変わるのである。

本稿で紹介した自然科学の法則は、高等学校1年次までに学習する内容であり、それらの知識を基礎として身体運動へ応用している。バイオメカ

ニクスのな着眼点は、自分たちの競技力向上に役立つだけでなく、将来、指導者として選手、生徒、クライアントに対して運動指導する際に非常に有効となることは間違いない。指導者の的確なアドバイスは、対象者の動作を見違えるように巧くさせ、人々にスポーツの楽しさを伝えることになる。健康スポーツ領域で活躍することを目指す学生諸君には、是非「知的なスポーツ指導者」となって社会に貢献して欲しいと思う。

文献

- 猪飼道夫, 柴山秀太郎, 石井喜八. (1963). 疾走能力の分析: 短距離走のキネシオロジー. 体育学研究, 7, 1-12.
- 金子公宥. (2006). スポーツ・バイオメカニクス入門: 絵で見る講義ノート. 杏林書院.
- 小野寺 昇, 宮地元彦. (2003). 水中運動の臨床応用フィットネス, 健康の維持・増進. 臨床スポーツ医学, 20, 289-295.
- 産業技術総合研究所計量標準総合センター. (2006). 国際単位系. <http://www.nmij.jp/library/units/si/>
- The Science of Sport. (2008). Beijing 2008: Men 100m race analysis. <http://www.sportsscienists.com/>
- 総務省. (2009). 体力・スポーツに関する世論調査. <http://www8.cao.go.jp/survey/h21/h21-tairyoku/index.html>