

健康・スポーツ科学講義（第10回）

トレーニングにつなげるための

運動の見方・考え方

何か1つ「運動」を思い浮かべる場合、
その具体的なイメージは、人それぞれで異なり多様なものになるでしょう。

その多様な運動を整理する方法として、ここでは

- (1) グループ分け(分類基準を設定)をする
- (2) 各種運動に共通な要素(連続変量)を取り出し、それをものさしとして並べて比較する

の2つの見方を試みます。

見方(1) 各種運動をグループ分け(分類)する

次ページに、スポーツ種目名を196例あげてあります。
(小さい字なので、拡大して見てください)

課題:

- ① 知っているスポーツ名についてグループ分けする。
- ② その際、どんな分類基準を用いたか。
- ③ 知らないスポーツ名については、どんなスポーツなのか調べてみましょう。

スポーツ競技・種目一覧（196例）

【あ行】合気道/アイスホッケー/アクアダンス（アクアビクス）/アメリカンフットボール/アーチェリー/アームレスリング/居合道/一輪車/インディアカ/ウィンドサーフィン/ウェーブスキー/ウエイトトレーニング/ウエイトリフティング（重量挙げ）/ウォークラリー/ウォールハンドボール/ウォーキング/エアロスイミング/エアロビックス/エアスポーツシューティング/エスキーツ/オズタグ/オリエンテーリング/オーケーゴルフ/オーストラリアンフットボール/オートキャンプ

【か行】カヌー/カバディ/空手道/カンガクリケット/カーリング/気球/気功/キックベースボール/キックボクシング/キャスティング/キャンプ/弓道/クリケット/クローケー/クローケーゴルフ/クオリティ/グライダー/グラウンド・ゴルフ/グラススキー/剣道/健美操/ゲートボール/コーボール/ゴルフ/ゴールボール

【さ行】サイクリング・自転車/サイクルサッカー/サイクルフィギュア/サッカー/3B体操/サンボ/サーフィン/シャトルボール/シャフルボード/シュートボクシング/少林拳法/ショートテニス/ショートトラックスピードスケート/新卓球（ラージボール）/ジェットスポーツ（水上バイク）/自衛術/ジャズ体操/ジャズダンス/柔道/ジョイアスロン/ジョギング・ランニング/水泳/水球/水上スキー/スカイダイビング/スカッシュ/スキー/スキーバディン/スケートボード/ストリートバスケット（3x3）/スノーボード/スノーモビル/スピードスケート/スポーツカイト/スポーツダイビング/スポーツチャンバラ/スボールプール/相撲/セイルトレーニング/セバタクロ/セーリング/ソフトテニス/ソフトバレーボール/ソフトボール/ソングリーディング

【た行】タスボニー/卓球/タッチフットボール/タッチラグビー/ターゲット・バードゴルフ/ダブルダッチ/ダンススポーツ/ダーツ/中国拳法/チェックボール/綱引競技/釣り/ティーボール/テニス/テッドボール/デュアスロン/デンマーク体操/トスペースボール/トリアスロン/トランポピクス/トランポリン/トリットボール/トレッキング（登山）/ドッジボール/ドラゴンボート

【な行】なぎなた/ナスターレース/なわとび/ネットボール

【は行】ハイキング/ハンググライディング/ハンドボール/BMX（バイシクルモトクロス）/バウンドテニス/馬術/バスケットボール/バントウリング/バドミントン/バレーボール/バットゴルフ/バドミントン/バドミントン/バググライディング/バラシューツスポーツ/パワーリフティング/パークゴルフ/ピリヤード/ビーチサッカー/ビーチドッジボール/ビーチバレーボール/ビーチフットボール/ビーチボール/ファウストボール/フィギュアスケート/フィンスイミング/フェンシング/フォークダンス/フットサル（サッカー）/フットバッグ/フライングディスク/フラッグフットボール/フリスビードッグ/フリークライミング/フリーテニス/フロアホッケー/武術太極拳/ブルームボール/ブーメラン/ブンチャック・シラット/ベタンク/ホステリング/ホッケー/ホースシューズ/ボウリング/ボクシング/ボッチャ/ボディビル/ボディボード/ボート/ボール体操/ボロ

【ま行】マイクロライトプレーン/マウンテンバイク/真向法/マレットゴルフ/モーターサイクル・スポーツ

【ら行】野球（硬式野球）/野球（軟式野球）/雪合戦/ユニカール/ユニホック

【や行】ライフセービング/ラクロス/ラグビー/ラグビーリーグ/ラケットボール/ラジオ体操/陸上競技・マラソン/レスリング/ローラースキー/ローラースケート/インラインスケート/ローンボウルズ

スポーツ辞典/—約200種類のスポーツ一覧—/笹川スポーツ財団
<https://www.ssf.or.jp/dictionary/tabid/884/Default.aspx2022/11/07> ³

スポーツ競技についての分類基準の例:

- 個人／団体
- 地上／水上・水中／空中
- 走／跳／投
- 球技／非球技
- その他いろいろ...

自分があげた基準の他に、どんな分類の仕方があるか、さらに考えたり調べたりしてみましょう。

見方(2)

各種運動について、共通要素(連続変量)のものさし上に並べて比較する

複数の運動やスポーツを観察した時、共通する要素としてどんなものが考えられるでしょうか。

ここでは、以下に示す3つの要素に着目してみます。

運動の共通要素(I)

共通要素1:持続時間【時間軸】

……その運動はどれくらいの時間続けられるのだろうか？

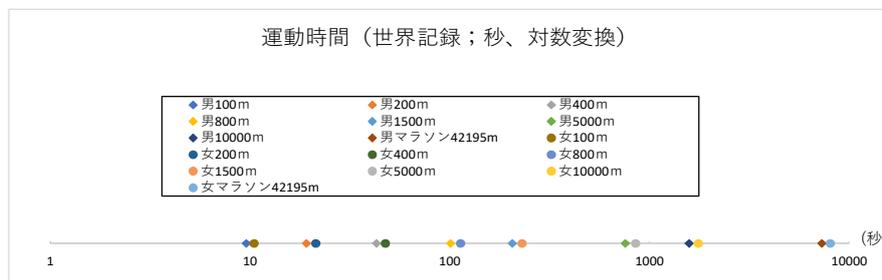
(次ページ)

具体例1:陸上走競技の世界記録(タイム)を時間軸上に並べて比較してみる

共通要素1 持続時間【時間軸】の例：陸上走競技の世界記録(タイム)

種目	男子	女子
100m	9秒58	10秒49
200m	19秒19	21秒34
400m	43秒03	47秒60
800m	1分40秒91	1分53秒28
1500m	3分26秒00	3分50秒07
5000m	12分37秒35	14分11秒15
10000m	26分17秒53	29分17秒45
マラソン 42195m	2時間01分39秒	2時間14分04秒

月刊陸上競技ウェブサイトのデータを改編
 (https://www.rikujiyogyogi.co.jp/worldrecords)
 2022/11/07



・これらは同じ走競技に分類できる種目だが、運動時間は数秒～数時間にまでわたる。

・重要なことは、これらの運動時間は事前に設定された各距離をそれぞれ「全速力で走りきった」最小時間を示しているとみなせる。(これより短時間では走れないスピードでの持続時間)

・逆に、全力でなければ、これより長い時間をかけて運動を持続することは可能である。

運動の共通要素(Ⅱ)

共通要素2: スピード 【スピード軸】

……同じような運動でも状況・条件によってスピードは異なり、調整も可能である(ただし各自それぞれ限界はある)。

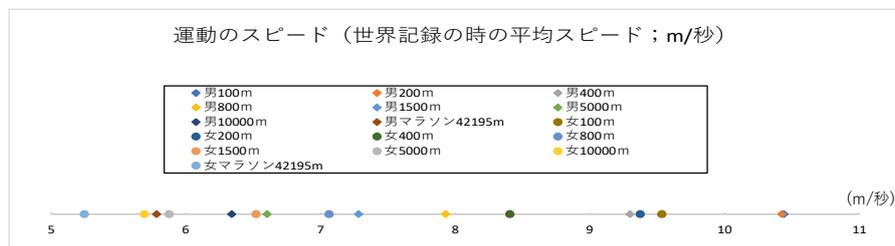
(次ページ)

具体例2: 陸上走競技の世界記録の時のスピード(平均)をスピード軸上に並べて比較してみる

共通要素2 スピード【スピード軸】の例：
陸上走競技の世界記録の時の平均スピード

種目	男子		女子	
	時間 (s)	平均スピード (m/s)	時間 (s)	平均スピード (m/s)
100m	9.58	10.44	10.49	9.53
200m	19.19	10.42	21.34	9.37
400m	43.03	9.30	47.60	8.40
800m	100.91	7.93	113.28	7.06
1500m	206.00	7.28	230.07	6.52
5000m	757.35	6.60	851.15	5.87
10000m	1577.53	6.34	1757.45	5.69
マラソン 42195m	7299.00	5.78	8044.00	5.25

(平均スピードはスライド6の表から算出)



8

- ・種目距離とスピードの関係をみると、距離が長くなるほど平均スピードが小さくなっているが、それはなぜだろうか。

運動の共通要素(Ⅲ)

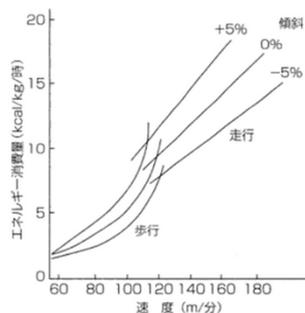
3つ目として、持続時間やスピードに影響を与える要素を考えてみます。

下図(図2-18)から、坂道の傾斜によって、移動スピードが出やすくなったり出にくくなったりすることがわかります。このことは、坂道の傾斜が歩行または走行の「動きへの抵抗」となっていることを示し、持続時間にも影響することが推察されます。

共通要素3:抵抗(力)【抵抗(力)軸】

坂道の他に、どんなものが抵抗になりうるか考えてみましょう。

図2-18 坂道歩行と走行速度とカロリー消費量。+5%：登り傾斜(水平距離100m進むと5m高く登る)。-5%：下り傾斜。エネルギー消費量：kcal/kg/時、(METS・時に相当)。(Margaria, R: Biomechanics and energetics of muscular exercise, Clarendon Press, Oxford, 1976)



スポーツ動作学入門
石井喜八、西山哲成編著；新宅幸憲〔ほか〕著
(体育・スポーツ・健康科学テキストブックシリーズ)より

9

- ・なお、等速運動を持続するためには、その間、この抵抗(力)と等しい逆向きの推進力が必要となる。(推進力の維持には筋力発揮が必要)
- また、加速局面では抵抗(力) < 推進力、減速局面では抵抗(力) > 推進力となる。

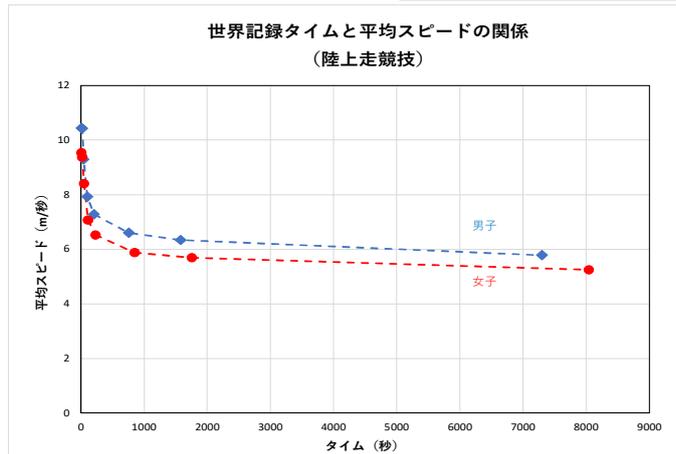
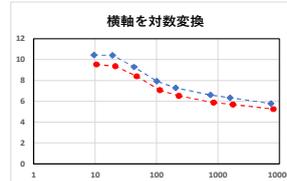
さて、これら3つの共通要素にはどんな関係性があるでしょうか？

まずは、2つずつ、各要素間の関係を検討します。

① スピードと持続時間

具体例3：
陸上走競技世界記録
についての、スピー
ドと持続時間の関係

(8ページの表から作成；
右上の小図は見やすくするた
めに、横軸=時間軸を対数変換し
たもの)

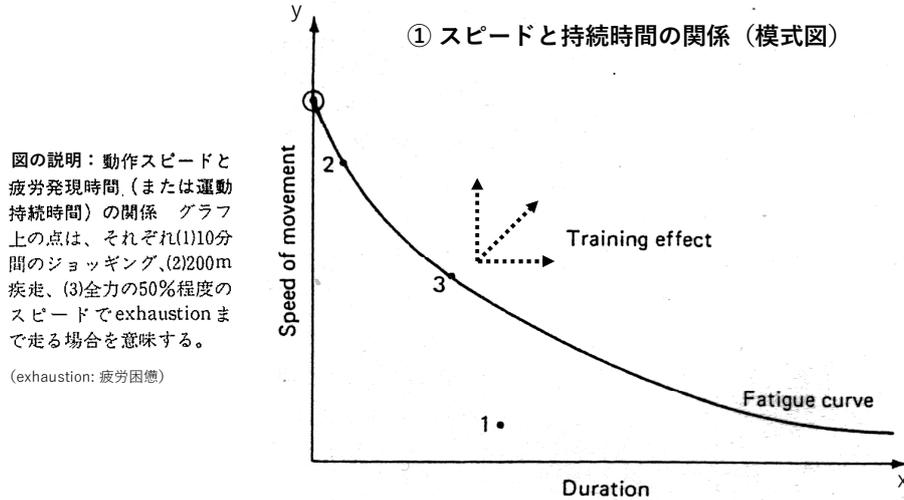


・なお、上図の場合、各世界記録の運動持続時間（横軸）は実際には種目別距離到達で打ち切られており、厳密には運動継続が不可能になった時間というわけではない。

・しかし、それぞれ世界記録を目指したパフォーマンスの結果、ゴール時には全力を尽くし体力的余裕度がほとんど0に近い状態で運動を終えたとみなすことは可能であろう。

・このような状況におけるスピードと持続時間の関係は、スピードが速ければ持続時間が短くなり、逆にスピードが遅ければ持続時間が長くなるというような関係性を示す。

前ページでは具体例でしたが、ここでは動きのスピードと持続時間の一般的関係について、模式図で見ていきます。（解説文がスライド下にあります）



スライド11~17 (11~17ページ) :
「運動生理学の基礎」
D.W.エディントン、/V.R.エジャートン/共著
大平充宣/訳、東京、ベースボール・マガジン社
より（一部改変）

11

①スピードと持続時間

・動きのスピードと持続時間の関係は、上図のように示される。すなわち、特定の運動において、スピードをy、持続時間をxとすると、上図のようなxy平面上にプロットできる。

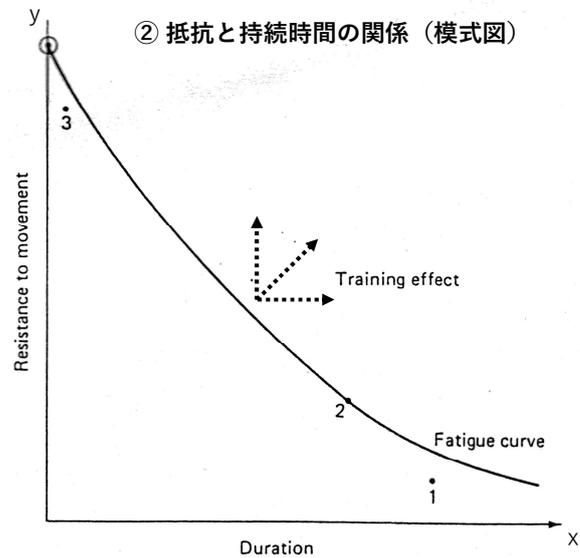
・上図の曲線上の点は、あるスピードおよび持続時間でのその人の最高運動能力を示す。この曲線より下は、中等度の運動強度を意味する。この曲線は疲労曲線（Fatigue curve）と呼ばれる。

・スピードが速ければ速いほど、運動が持続され得る時間は短くなり、逆にスピードが遅いほど、長時間の運動が可能である。例えば、最高スピードでのランニングは10秒程度しか維持できないが、スピードが遅ければマラソンのような長時間の運動ができる。

・しかしながらこの曲線は人によって様々であり、しかも腕の運動、ランニング、水泳など運動の様式や種類によっても異なる。

・この曲線はまた、適切なトレーニングによって右上方向に移行する（トレーニング効果；[英]Training effect）。すなわち、鍛練者の方が非鍛練者より同一スピードで長時間運動できる。より速いスピードで、かつ、より長時間の運動能力を養成することは、トレーニングの目的の一つである。

次に、運動への抵抗と持続時間の一般的関係について、模式図で見てみます。



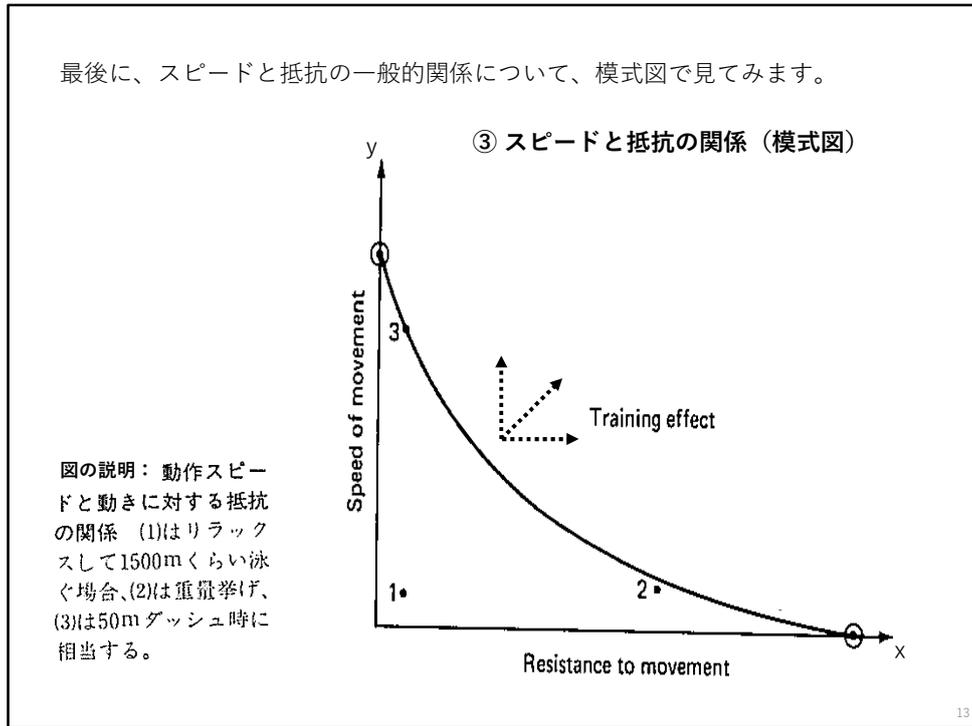
図の説明：動きに対する抵抗と運動持続時間の関係 (1)は20分間のジョギング、(2)は全力の50%程度のスピードでexhaustionまで泳ぐ場合、(3)は最大負荷で、肘関節の屈曲(curl)を3回くり返す場合に相当する。

12

②抵抗と持続時間の関係

- ・特定の運動における抵抗(y)と持続時間(x)の関係も、前図と同様、上図のようなxy平面上にプロットできる。
- ・疲労曲線上の点については、抵抗が大きいほど運動時間は短く、抵抗が小さいほど長くなる。
- ・もし重さと運動時間が共に少ない場合は、その運動は中等度のものとなり、図の曲線より下側に位置するようになる。
- ・この2要素間の曲線もまた、トレーニングで右上方に移行し、同一抵抗下での運動時間が延長される。

最後に、スピードと抵抗の一般的関係について、模式図で見てみます。



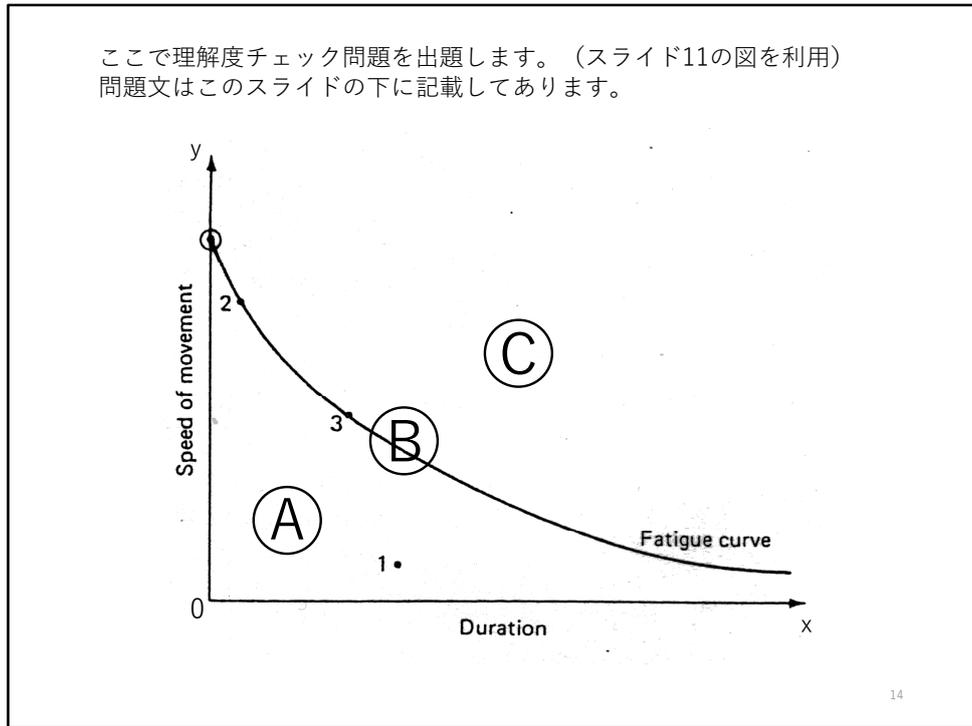
③スピードと抵抗

・今度は、動きのスピードをy、動きに対する抵抗をxとすると、両者の関係は上図のように示される。（ここには時間軸が示されていないことに留意。すなわち、時間軸=0または特定時刻の場合の関係図）

・一般的に抵抗が増せば、その運動の最大スピードは低下する。逆に抵抗が小さければ、スピードは増す。例えば、野球のボールを投げる時の腕の動きのスピードは、砲丸を投げる時より速い。抵抗は動きが起こり得ない状態(等尺性または静的運動)まで増やせる。

・適度なトレーニングが行なわれれば、同一の抵抗に対してもトレーニング前に比べ動きが速くなり、しかも動きが容易になる。すなわち図のカーブは上または右に移行する。このカーブより下の負荷は、中等度の強度に相当する。

ここで理解度チェック問題を出題します。(スライド11の図を利用)
問題文はこのスライドの下に記載してあります。



理解度チェック問題：

ある運動について、動きのスピード(y)と持続時間(x)の関係は上図のように示され、そのxy平面はFatigue curveによって原点側の範囲①とその反対側の範囲②に二分される。

さらにFatigue curve上を③とした時、①、③、②上にそれぞれにプロットされた3種類の運動条件 (x_a, y_a) (x_b, y_b) (x_c, y_c) は、その運動をする人にとって、どのような違いとして認識されるか説明してみよう。

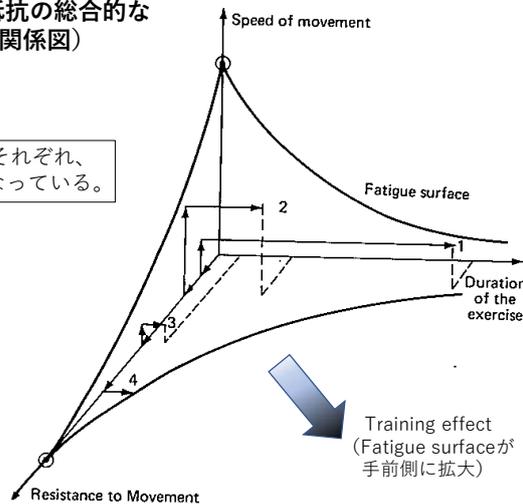
(ここでは、図中の点1、点2、点3は無視してよい)

(解答例は最終ページ)

3つの2要素間関係を合成すると、下記のような立体模式図が描けます。

④ 持続時間、スピード、抵抗の総合的な相互関係（模式図；3次元関係図）

スライド11~13の各図は、それぞれ、この3次元構造の断面図となっている。

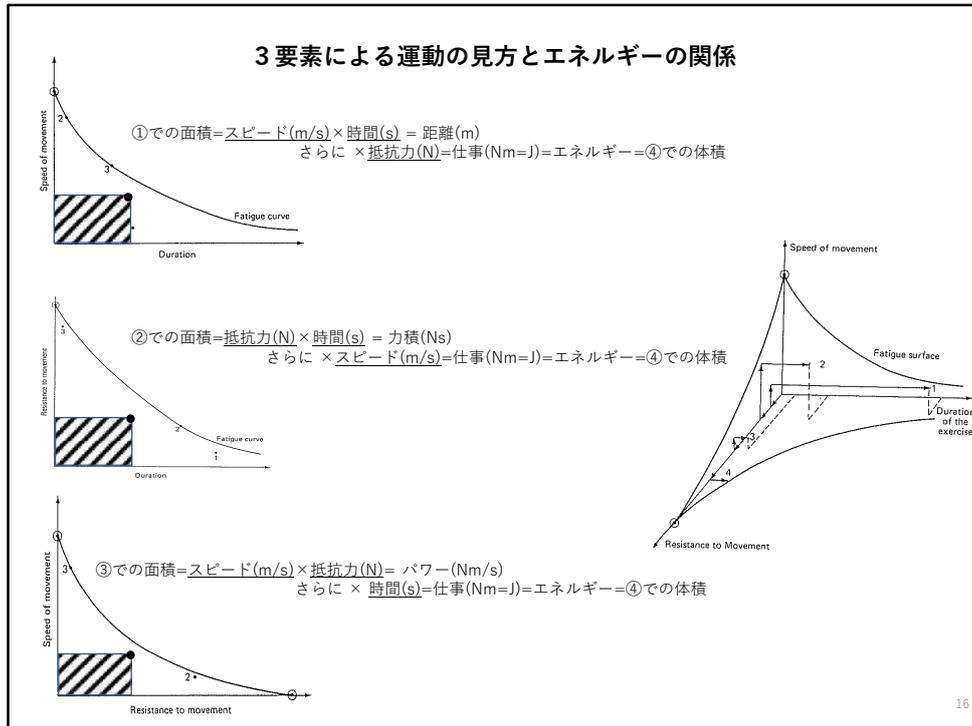


図の説明：運動持続時間、スピード、抵抗の相互関係 (1)はジョギング、(2)は400m走、(3)は高負荷の重量挙げ、(4)はexhaustionまで等尺性運動を続ける場合に相当する。

15

④スピード、持続時間および抵抗

- ・これら3者の相互関係を同時に検討すると、運動の分類もより現実的かつより正確なものになる。
- ・10秒間続ける運動の影響と、抵抗とスピードがそれと全く同じで、持続時間が10分間の運動の影響を比較するような場合は、明らかに上図のような3次元の検討が必要である。
- ・この図は先述した2次元での検討を組み合わせる3次元にしたものである。原点近辺に3つの要素が位置するようなものが最も軽い運動である。
- ・原点近辺から外に向かって移動するにつれて生体負担度は大きくなり、外側の曲面上（疲労曲面；[英]Fatigue surface）で最大になる。
- ・この曲面には個人差があり、またトレーニングにより一部分が拡大されたり、じっとした不活発な (sedentary) 生活を続けることで曲面の一部がより小さくなったりするなど、いろいろな条件によって変化する。

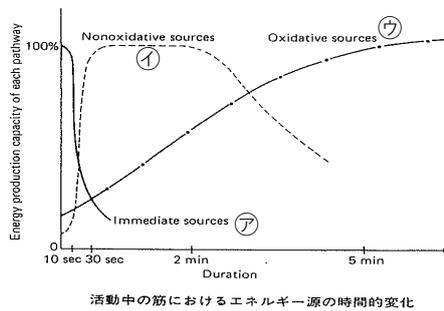
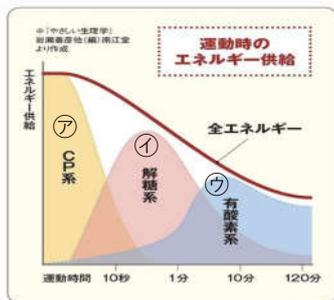
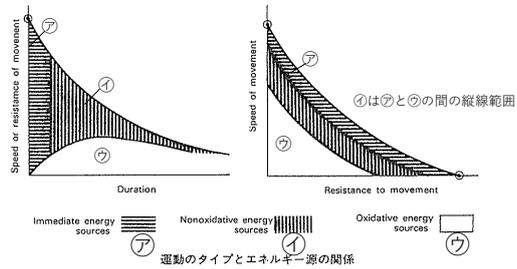


- ・ 11～13ページの図①②③の x 座標と y 座標を掛け合わせた長方形の面積は、それぞれ距離、力積、パワー（仕事率）を表わす。
- ・ 同様に、15ページの④の x 座標、y座標、z 座標を掛け合わせると直方体の体積となり、仕事＝エネルギーを表わす。
- ・ このように、これら3要素を用いて運動を見ることで、仕事・エネルギーとの関係性をイメージしやすくなる。
- ・ 留意点として、ここでのエネルギーは次ページの身体内部のエネルギー（発生・供給・利用）と関係してはいるが一致するわけではない。（例：スピード0の等尺性運動の場合、外部への仕事は0）

運動とエネルギー供給の関係

運動時間と運動強度で、骨格筋における3種類のエネルギー供給機構 (ア①㊦) の組み合わせが変わる。

(詳細説明は第7週「体を作り動かす栄養素」8ページを参照)



- ・あるトレーニングによって、物理的変量（時間、スピード、力）に特異的なトレーニング効果が得られたとき、それは対応する身体内部のエネルギー発生・供給・利用機構がトレーニングによって特異的に適応・向上したことによってもたらされていると考えられる。
- ・スライド内の4つのグラフは、表示の仕方は異なっているものの、基本的には同じ内容を示している。

3つの共通要素を用いた運動の見方の利点

各種の運動やスポーツについて、3つの共通要素（①持続時間、②スピード、③抵抗(力)[=人間側の筋力発揮を伴う推進力]）を用いた見方をすることによる利点をあげると、

- 1) パフォーマンスを向上させたい運動と、そのためのトレーニングの運動を同じものさしで見ること、両者の対応関係がわかりやすくなり、より整理されたトレーニング計画立案をサポートする。
- 2) 運動継続限界としての疲労曲線（面）を図示でき、トレーニング効果、疲労度、エネルギーについても図中でイメージしやすい。
- 3) 運動全体を見渡すことができ、強味部分や弱点部分を指摘しやすくなる。

18

14ページの理解度チェックの解答例：

- Ⓐ 楽な（体力的に余裕のある）運動
- Ⓑ その変数の組み合わせ条件を維持できない限界の運動（実施可能な最大運動）
- Ⓒ 実施不可能な運動（条件）