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

Title	トレマックスシステムを用いて測定した静的最大筋力のバランスを評価する方法としての統計的分散について
Sub Title	A study on the balance of static maximam strength by using statistical variance
Author	安藤, 勝英(Ando, Katsuhide) 山内, 賢(Yamauchi, Ken) 加藤, 大仁(Kato, Hirohito) 今栄, 貞吉(Imae, Sadayoshi)
Publisher	慶應義塾大学体育研究所
Publication year	1993
Jtitle	体育研究所紀要 (Bulletin of the institute of physical education, Keio university). Vol.33, No.1 (1993. 12) ,p.1- 7
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00135710-00330001-0001

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.

トレマックスシステムを用いて測定した静的最大筋力のバランスを評価する方法としての統計的分散について

安藤勝英*
山内賢**
加藤大仁**
今栄貞吉***

<はじめに>
<方法>
<結果・考察>
<まとめ>

<はじめに>

(1) ウェイト・トレーニングについて

重量を挙上することによって筋に抵抗を与えて，筋を強化するトレーニング方法には，バーベルや，ダンベル等の重量器具を使用したり，人体の構造・機構等を考慮して，合理的に筋に抵抗を与える各種トレーニング・マシーンを使用して行うものがある。

上述のトレーニング方法は，総称して「ウェイト・トレーニング」といわれるものである。

ウェイト・トレーニングを継続して行った場合，実行者には筋肉が発達することによる筋力の増加と同時に身体組成の変化が確認できる。上述の様な現象が確認できたときには，「トレーニング効果が現れた。」という。トレーニング効果は，個人が発揮する筋力をなんらかの方法で定期的に測定し，その値の変化率により確認できる。本研究の場合には，実行するウェイト・トレーニングの種目にできるだけ類似した姿勢で発揮される，静的最大筋力を測定できるトレビック社製トレマックスシステム（図1）を用いて筋力評価を行うことにした。

* 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助手
*** 慶應義塾大学体育研究所教授

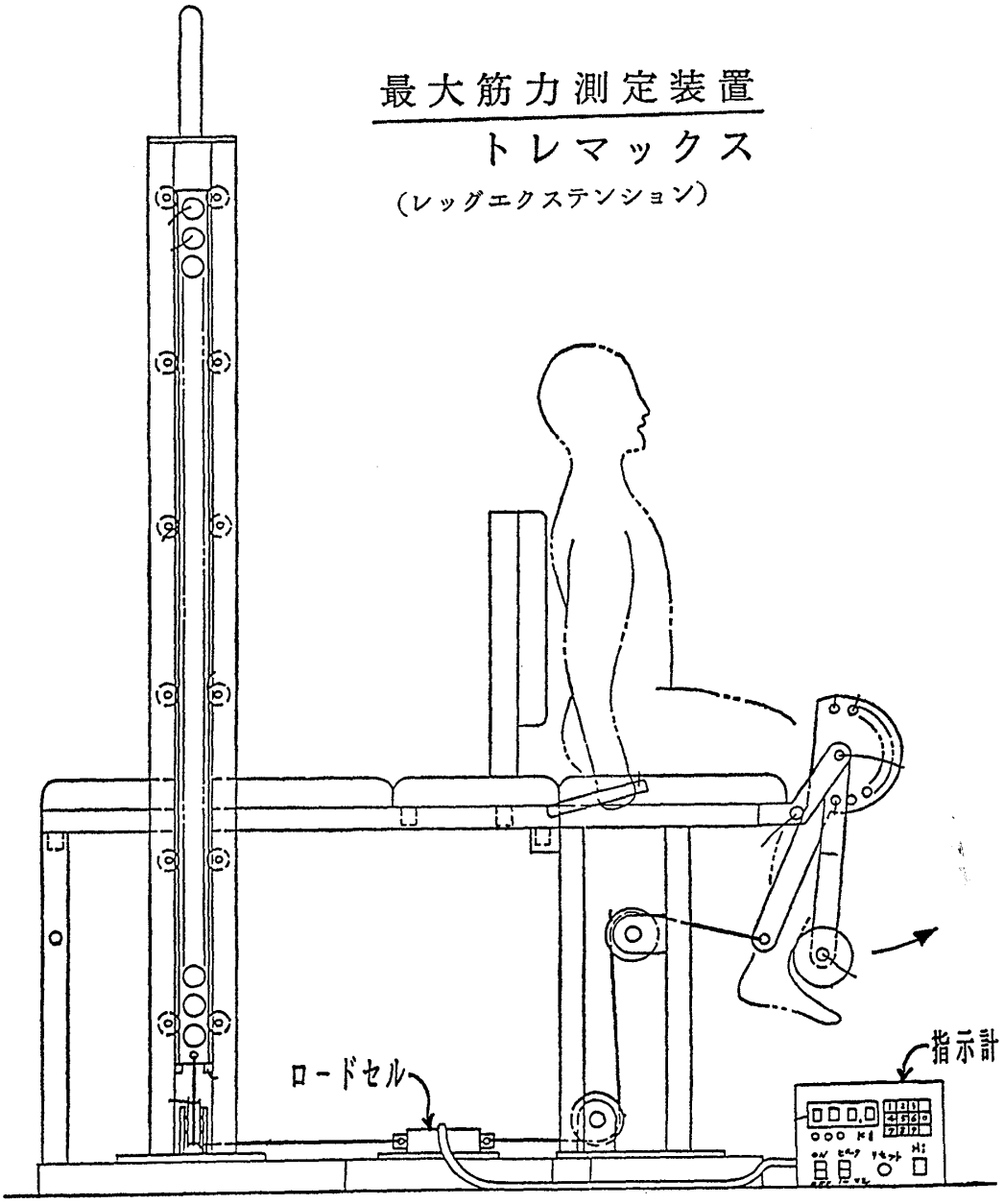


図 1　トレマックスの構造図

(2) トレマックスシステムについて

以下，トレマックスシステムについて説明する。

トレマックスとは，原理的にはいわゆるアイソメトリックラックと同じであり，ウェイト・トレーニングの種目に対応させた各種目で発揮する静的最大筋力をロードセルにより検出できるマルチ筋力測定機械である（図1参照)。筋力評価は，トレビック社が作成したコンピューターソフトに従う。すなわち，評価は，各測定種目においてトレビック社が勘案した係数を測定者の除脂肪体重に乗法し，その値をそれぞれの種目の最高目標筋力（ターゲットレベル）として，ターゲットレベルに対するそれぞれの種目の達成率を求めたものである。

測定と評価は，システム化されていて，総合してトレマックスシステムと称する（評価表は図2参照)。

測定種目は，トレマックスによるベンチプレス，アッパーバック，ショルダープレス，レッグカール，レッグエクステンション，スクワットの6種目と従来から体力テストにおける筋力の分野において，個人の代表値として一般的に用いられる測定種目である握力および背筋力の合計8種目に限定した。

(3) トレーニング処方の実態

過去1年間，我々は，キャリスセニックスの授業を通して，トレマックスシステムによる一般学生の筋力測定及び評価を行った。この授業では，週1回の40分程度，10週間にわたる授業において，フリーウェイトおよび負荷が空気圧で調整できるトレーニング・マシーンによって，ウェイト・トレーニングを処方した。ウェイト・トレーニングの種目は，トレーニング・マシーンによるアッパーローイング，ラットプルダウン，バタフライ，レッグエクステンション，レッグカール，スクワットとフリーウェイトによるベンチプレスである。授業の第1週目と第10週目には，トレマックスによる筋力測定を行った。

第2週目より8週間のウェイト・トレーニングを処方した後，このシステムを用いて解析する成果に関して指導者が興味を持つものは，先述のトレーニング効果と筋力のコーディネイトの指標としての，測定した上記における8種目の筋力評価値間のバランスの2項目である。

すなわち，極端にある任意の種目の筋力が優れすぎている場合は，筋力がアンバランスに発達していることを意味する。

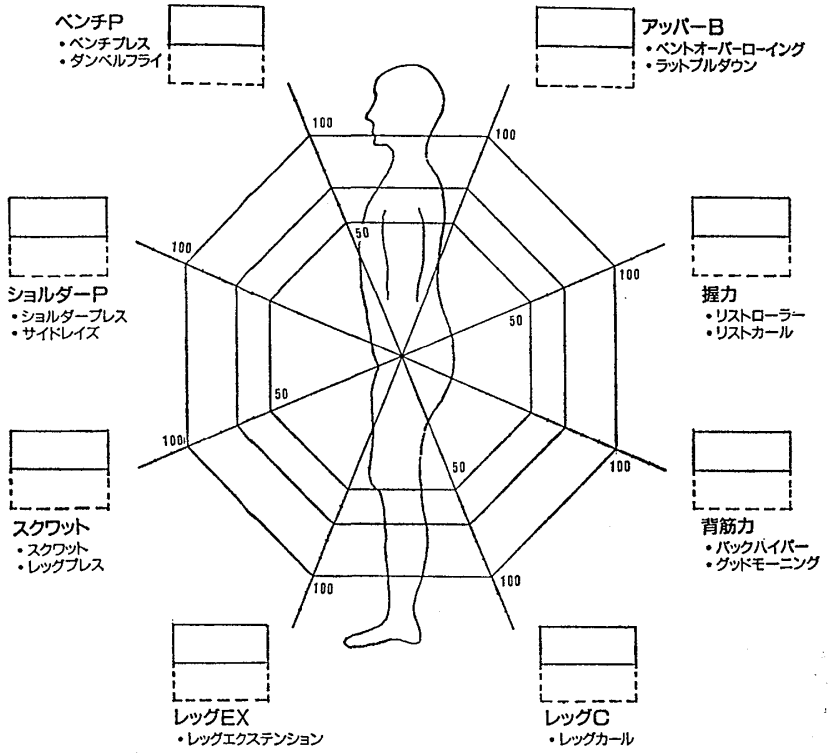
(4) 研究の目的

本研究では，8週間のウェイト・トレーニングのメニューを終了処方した学生における第10週目の8種目の筋力の評価値間のバランスを定量化することを試みる。

アスリートテスト

氏名		生年月日	
身長	cm	手首囲 cm	所属

種目	ターゲットレベル	今回	前回	前々回
体重 kg				
脂肪率 %				
LBM kg				
ベンチプレス kg				
アッパーバック				
レッグエクステンション				
レッグカール				
ショルダープレス				
スクワット				
握力				
背筋力 kg				
腹筋 回/30秒				
柔軟性 cm				
パワーテスト・				
最大パワーW				
パワー指数				
スピード指数				
30m走 秒				
垂直とび cm				
反復横とび 回				
立ち三段跳び cm				



□内の数字は、ターゲットに対するあなたの達成率（%）です。線で結んでグラフを作成して下さい。筋力バランスは、上図に示すとおり、中心より上半分は上半身の筋力、下半分は下半身の筋力を示し、また、左半分は身体の前面の筋力、右半分は身体の後面の筋力を示します。達成率の低い部位は、補強が必要なあなたのトレーニング部位です。なお、ベンチPとアッパーB、レッグEXとレッグCは、達成率を結ぶ線が水平になると、二つの筋力のバランスがとれていて良い状態と言えます。

図 2 筋力評価表

静的最大筋力のバランスを評価する方法

筋力バランスの定量化のためには，統計的方法の既存の分散公式を，用いやすいように新たに書き替えた公式を使って求めた分散値を利用した。

本研究の目的は，トレマックスによるベンチプレス，アッパーバック，ショルダープレス，レッグカール，レッグエクステンション，スクワットの6種目と握力および背筋力の合計8種目の静的最大筋力の評価値について，個人の筋力のバランスを定量化する計算式に分散式を用いることの提案をすることである。

＜方　　法＞

(1)　分散について

分散の算出方法は，慶應義塾大学体育研究所紀要第30巻の「分散を用いたスポーツにおける技術の分析」に従う。

分散公式

8種目の評価値について，評価値の最も小さい数値から大きい順に数値を並べ，最も大きい数値を中心として対象に数値を並べ替える。すなわち，評価値の最も大きい数値を中心として，左右対称の正規分布（釣鐘状の分布）に近い分布を構成する。

$$S^2=\frac{1}{n}\sum_{j=1}^{2k-1}(j-k)^2h_j,\quad n=\sum_{j=1}^{2k-1}h_j$$

k ：測定種目の数（＝8）。

h_j：j 番目の評価値（j =1，2，…，15）。

分散とは，データの分布状態（ばらつきの度合）を定量的に表現するところの統計量である。

分散の値が小さいとは，異常に大きい値を示す達成率が任意の種目に偏って存在していて，分散の値が大きいとは各種目とも達成率が類似した数値であることを意味する。すなわち，分散の値が大きいほど発揮する筋力のバランスが善いと定性的に定義できる。

上記の手順によって求めた分散の値は，個人の8種目の静的最大筋力の達成率のばらつきの度合を示しているので，個人の筋力のバランスを定量化する数値であると考えられる。

分散の大小の定性的な意味が筋の出力にどのように関与しているのかを確認するために，以下の具体例により説明する。

(2)　分析の手順

分析の手順を以下に述べる。

静的最大筋力のバランスを評価する方法

1. トレマックスを用いて8種目の静的最大筋力を測定する。
2. トレマックスによるターゲットレベルに対する個人の測定値の達成率（百分率）をそれぞれの種目の評価値とする。
3. 評価値の分散を求める。
4. 8種目の静的最大筋力における筋力測定値の合計を合成筋力と称して，合成筋力と除脂肪体重（LBM），合成筋力と筋力評価値の分散と合成筋力の相関を求める。

＜結　果・考　察＞

(1) 合成筋力と LBM について

LBM は，身体組成の代表値の一つである。LBM は，筋肉量に依存している。身体の筋肉量の増減は個々の筋出力と因果関係があるので，ウェイト・トレーニングを処方する者と処方される者の双方は，この LBM を増加することが，トレーニング効果の出現に関するひとつの目標となる。

合成筋力と LBM との相関関係には，有意な正の相関が認められた（$r=0.72$, $n=23$, $p<0.01$）。

すなわち，合成筋力が増加合すると LBM も増加することを意味しているので，合成筋力は，個々のトレーニング効果の優劣を評価するための一指標となりうる。

(2) 筋力のバランスと合成筋力について

ここで述べる分散とは，トレマックスシステムによって求められたベンチプレス，アッパーバック，ショルダープレス，レッグカール，レッグエクステンション，スクワットの6種目と筋力計による握力および背筋力2種目の合計8種目の静的最大筋力の評価値のバランスの度合いのことである。

個々の筋力の代表値として考えた合成筋力と8種目の筋力評価値のバランスの指数として考えた分散値の相関関係は，以下のごとくである（表1参照）。

分散の値と合成筋力に正の相関があることは，分散の大小が，トレマックスシステムにおける個人の筋力の評価値を増減するひとつの要因であることを意味する。ゆえに，合成筋力の大小は，ある一定の種目の特別な増大ではなく，8種目それぞれの均整のとれた筋出力の構造にある。

すなわち，筋力のバランスは，合成筋力の大小を助長するなんらかの一要因となりうる。

(1), (2)より，トレーニング効果に関して，以下の体系的な考察ができる。

「総合的な筋力の増加は，筋力のバランスの善さに起因し，LMB の増加に関与する。」

静的最大筋力のバランスを評価する方法

これは，先述のトレーニング効果の出現に関する2つの興味を達成したことを確認するための指標となる。

表 1 分散と合成筋力の相関関係

分　散	合成筋力	分　散	合成筋力
61.4	431.9	64.1	422.4
58.0	363.1	50.7	360.8
70.5	470.7	50.3	377.6
67.7	463.0	50.6	357.5
54.8	354.2	62.4	397.4
49.8	332.5	55.1	616.2
54.5	342.1	53.2	581.5
53.9	383.6	69.6	656.3
63.9	402.6	60.0	547.5
55.9	384.0	61.1	602.6
55.2	357.9	72.7	729.0
71.1	488.4		

$r = 0.56$, $n = 23$, $p < 0.01$

＜ま　と　め＞

個人の静的最大筋力のバランスの善し悪しを定量化するために，既存の分散公式を工夫して作成した新たなる分散公式は，筋力評価の一指標として用いることができる。

参考文献

薩摩順吉：「確率・統計」岩波書店（1990）
大村　平：「評価と数量化のはなし」日科技連（1988）