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

Title	分散を用いたスポーツにおける技術の分析
Sub Title	On statistical variances of winning techniques
Author	山内, 賢(Yamauchi, Ken)
Publisher	慶應義塾大学体育研究所
Publication year	1990
Jtitle	体育研究所紀要 (Bulletin of the institute of physical education, Keio university). Vol.30, No.1 (1990. 12) ,p.61- 66
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00135710-00300001-0061

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.

分散を用いたスポーツにおける技術の分析

山　内　　賢*

Ⅰ　緒　　言
Ⅱ　目　　的
Ⅲ　分散の定義，算術方法
Ⅳ　具　体　例
Ⅴ　ま　と　め

Ⅰ　緒　　言

スポーツには，さまざまな種目がある。一人で記録を争うもの，二人で勝負を決定するもの，チームで勝敗を争うもの，などがある。それぞれの分野において，存在する指導者（監督，コーチ，etc…）は，それぞれの種目の特性に応じた指導方法，戦略，作戦，戦術を研究してきた。分析の手段は，統計的に処理する方法，運動力学的な方法，生理学的な方法，などさまざまである。競争現象を数理科学的に論議するときには，二つの方法がある。すなわち，決定論的方法と確率論的方法である。

決定論的方法は，初期値が決まれば，n時間後の現象の状態が決定するようなモデルであり，数学的には微分方程式を用いてモデル化する。確率論的方法は，データの平均化を目的とした方法であり，統計学的な分析方法がこのモデルにあたる。

本報では，競技の勝敗を決定する技術を調査して，その競技における技術，または，技術の指導方法を結論づけるために必要な統計的処理の方法を紹介する（実際の競技のモデルの例には，空手道競技を用いた）。

統計的方法とは，任意の統計資料（以下，データと略称）を，ある1つの概念のもとに，数量的に処理することである。

すなわち，測定値を既存の公式にあてはめて，そのデータの特徴を客観的に解明することである。

データは，その概念の範囲内で等質性と異質性の2つの性質をもつ(前者を類似性，後者を特

＊ 慶應義塾大学体育研究所助手

殊性と定義する)。任意の競技の勝敗を決定する技術，または，技術の指導方法を解明するとは，定量的に処理したデータを，上述の2つの性質をふまえて定性的に結論づけることである。[1]

データの特徴を記述する手段には，グラフによる表示，算術的記述がある。前者には，ヒストグラム（柱状図形）が特に有用である。後者の例には，平均値，分散，標準偏差がある。今回の分析には，新たに設定した分散公式を用いる。

II 目　　的

本研究は，空手道競技を実際のモデルとしたその競技の勝敗を決定する技術，または，技術の指導方法を結論づけるために必要な分散の定義，および，算術方法を紹介することを目的とする。

III 分散の定義，算術方法[2]

分散の定義，および，算術方法を以下に述べる。

データの統計的処理のためには，測定値の関係を何らかの意味で定量的に表現することが必要である。

分散とは，データの分布状態（散らばりの度合），すなわち，分布の尖り方を定量的に表現するところの統計量である。

分散値の絶対値を比較するとき，比較の対象のデータのN数（度数の総和），ならびに平均値がそれぞれ等しくなければ比較できない。上記の数値が異なるデータを比較するときは，データの数値の差の検定を行わなければならない。

上述の問題を解決するために，本研究における分散の値は，(1)式，(2)式，(3)式からなる分散公式を用いて求めた。

変量の散らばりの度合を示すために，出現頻度の最も大きい変量の指数を平均値として中央にとり，正規分布（鈎鐘状の分布）に近い分布を構成する。

X：平均値

x_i：変量の値（$1 \leqq i \leqq 2k-1$，k は変量の種類）

f_i：度数（変量に属する資料の個数）

とするとき，分散値は，以下の式で求められる。

$$n=\sum_{i=1}^{2k-1} f_i \qquad (1)$$

$$X=\left(\sum_{i=1}^{2k-1} f_i x_i\right)/n \tag{2}$$

$$S^2=\left(\sum_{i=1}^{2k-1}(x_i-X)^2 f_i\right)/n \tag{3}$$

分散(3)の値は，度数の総和 $\sum_i f_i$ に依存しないことを以下に示す。

$$\sum_{i=1}^{2k-1} f_i=n, \quad \sum_{i=1}^{2k-1} f_i'=n'$$

$$f_i=nf_i'/n' \tag{4}$$

すなわち，f_i が f_i' の定数倍であるとき，

$$S'^2=\left(\sum_{i=1}^{2k-1}(x_i-X)^2 f_i'\right)/n' \tag{5}$$

(5)に(4)を代入すると

$$(5)=\left(\sum_{i=1}^{2k-1}(x_i-X)^2\ (n'f_i/n)\right)/n'$$

$$=\left(\sum_{i=1}^{2k-1}(x_i-X)^2 f_i\right)/n$$

$\therefore$ (3)=(5)

(3)式=(5)式となる。

ゆえに，(1)式，(2)式，(3)式より求められる分散公式は，その数値の大小関係により，N数の異なるデータの分布状態をも比較することができる（この場合，平均値が等しいことは明白である)。

分散が大きいとは，変量の値の散らばりの度合が大きいことを示し（図1参照)，分散が小さいとは，変量の値の散らばりの度合が小さいことを示す（図2参照)。

図1　分散値が大の場合

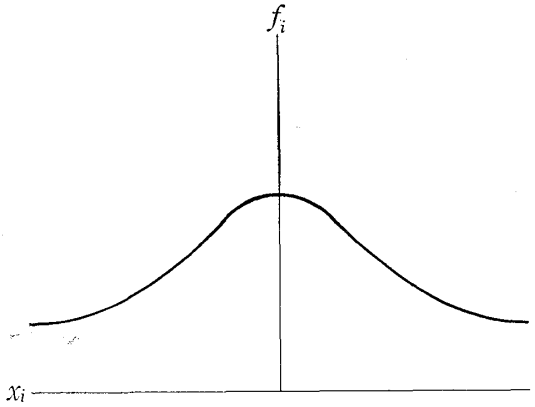
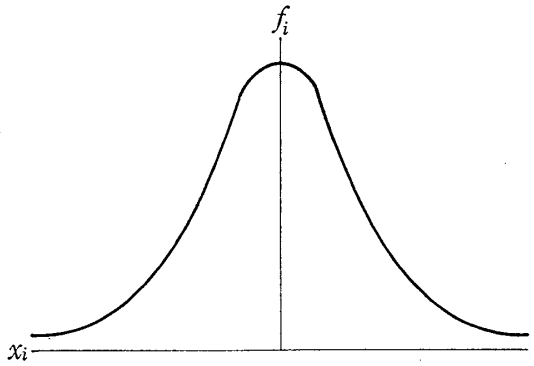


図 2　分散値が小の場合



Ⅳ 具　　体　　例

1）空手道競技の戦術[3]

空手道競技の攻撃には，上段突き，中段突き，上段蹴り，中段蹴りの４つの攻撃方法（決まり技）がある。さらに４方法には，間合いが存在する。すなわち，選手は，間合いを常に考えながら，４つの攻撃方法を試行している。

間合いを考慮した結果，空手の基本的な行動形態は，以下のA，B，Cに大別できる。

A＝間合いをつめて攻撃に移る。

B＝間合いをつめずに攻撃に移る。

C＝間合いをつめられた状態から攻撃に移る。

上記の３つの行動形態には，おのおの４つの決まり技が存在する。空手道競技における各試合（高校生の大会，大学生の大会，社会人の大会）に出現した決まり技の分散値を比較することにより，技術の習得にともなう選手に対する指導方法を考察することができる。

2）調査対象

a）第16回全国高等学校空手道選手権大会

b）第33回全日本学生空手道個人選手権大会

c）第32回関東大学空手道選手権大会

d）第33回全日本大学空手道選手権大会

e）第17回全日本空手道選手権大会

大会a）を高校生の大会，大会b），c），d）をまとめて大学生の大会，大会e）を社会人の大会とする。

3）空手道競技における決まり技の分散値

空手道競技における決まり技の種類をk，決まり技に従属する任意の番号をx_i(x_i=変量の値，x_i=1，2，3，4）とする。

上記の定義のもとで今回は，具体例を空手道競技として，高校生の大会，大学生の大会，社会人の大会の各大会において出現したそれぞれの間合いにみる決まり技の分散値を求めた。本論の「Ⅲ分散の定義，算術方法」の中に述べた分散値の大小関係について，以下に具体的に説明する。

高校生の大会，大学生の大会，社会人の大会それぞれについての，各行動形態における決まり技の分散値を表1に示す。表2は，表1の数値を規格化したものである。

表1　決まり技の分散値

	A	B	C
高校生	4.21	2.12	0.27
大学生	5.77	2.56	0.32
社会人	6.10	5.40	0.46

表2　規格化した決まり技の分散値

	A	B	C
高校生	1.00	1.00	1.00
大学生	1.37	1.21	1.19
社会人	1.45	2.55	1.70

表2より，以下のことが考察できる。

規格化した分散値は，行動形態A，B，C，の全てにおいて，社会人＞大学生＞高校生の大小関係がそれぞれにおいて成り立った。

この場合は，分散値が大きいほど試合におけるさまざまな技の出現に関して，任意の決まり技に偏りがなく，分散値が小さいほど任意の技に偏りがあることを意味する。すなわち，分散値が大とは，存在する決まり技を選手がそれぞれの間合い（行動形態A，B，C）において，平衡的に試行していることを示す。

これまで定量的に求めた数値を定性的に考察すると，以下のことが解明した。

すべての間合い（行動形態A，B，C）において，分散値の同じような大小関係が観察できた（類似性）。また，高校生，大学生，社会人の同じ行動形態における分散値は，それぞれ異なった（特殊性）。これらのことより，分散値の大小関係は，何らかの空手道競技における攻撃技術の習得の様相を示していると考察できる。

空手道競技における競技者は，技術の習得にともなって，いかなる間合いの状態においてでも4つの攻撃方法を試行できるようにしていることがわかる。

上述のごとく，空手道競技の指導者は，いかなる間合いの状態においても突き，蹴りを試行できることが，選手に対してより高度な技術の習得となるといった考えのもとで，指導を行わなければならない。

この結果は，著者も共同研究者の一人であるが，塔尾らが報告した「相撲の決まり技の統計的分散について」[(2)]に視られる経験年数の増加にともなう技の分散値の上昇に対応しており，我々の分散公式から見た武道の技の高度化のひとつの特徴と考えられる。

V　ま　と　め

統計的方法の既存の分散公式を用いやすい形式に新たに書き替えた公式を使って求めた分散値より，様々な競技における有効な技術や，その技術の指導方法を定性的に解明することができる。

（追記）

本報における空手道競技の決まり技の資料をこころよく提供していただきました宮平喬氏に深甚なる敬意を表します。

（文献）

(1) 小平邦彦編：確率・統計，東京書籍株式会社，pp. 17-18 (1977)。

(2) 塔尾武夫他：相撲の決まり技の統計的分散について，日本体育大学紀要，18，1，pp. 19-22 (1988)。

(3) 宮平　喬：空手道競技に関する戦術的研究―間合いを中心にして―，日本体育大学大学院修士論文 (1990. 1. 11)。