

工場能率資料

第三輯

統計法

京都府工業聯合會

序

私ハ茲ニ極メテ簡潔ニ且ツ初等的ニ統計法ノ一般ヲ、特ニ公式ノ計算法ヲ主トシテ説明シヨウト思フ。

講習ノ際ニハぐらふノ畫キ方、のもぐらむノ使用法及ビ素質検査又ハ能率方面ヘノ統計法ノ應用ヲ述べ、マタ標準偏差相關係數等ニヨツテ何故ニ撒布ノ程度相關ノ程度等ヲ測リ得ルカ、主トシテ左様ナ方面ニ就テ少シ詳シク説明シタ積リデアアルカラ、ソレト對照シテ御覽ヲ願ヒタイノデアアル。

統計法ノ一般ヲ簡單ニ書イタ(本講義第二章第三章ノ參考トナルベキ)モノニ
統計局統計講習會講演錄(大正十二年度)ノ内

「数理統計」(理學博士龜田豊治朗氏述)

理學士森數樹氏「統計學概論」(東京 巖松堂)

文學士岡部彌太郎氏「教育的測定」(東京 教育研究會)

等、其他「テスト」及ビ遺傳ニ關スル著述ガアル。又初等的デアルト同時ニ極メテ詳細ナ説明ヲ試ミタモノニ

拙著「統計的研究法」(大阪 積善館 大正14年5月出版)

ガアル。若シ稍々高等ノ數學ヲ用ヒタ權威的著作ヲ求メラレルナラバ、私ハ

Yule, Theory of statistics

(森數樹氏著「一般統計論」(東京丸善)ハ此書ノ譯ノ様ナモノデアアル)

Bowley, Elements of statistics

ヲ御薦メ致シタイト思フ

大 科 大
二 科 大 理 博 學 士

小倉金之助氏述

目次

第一章 ぐらふト其ノ比較..... 82

- 1 ぐらふノ比較
- 2 指數, ソノ作り方, ソノ利益
- 3 移動平均, 短期的變化ト一般趨勢
- 4 移動平均ニヨルぐらふノ比較

第二章 統計値ノ整理..... 9

- 5 度數分布, 分布曲線
- 6 平均値(算術平均其他)
- 7 標準偏差(散布ノ程度)
- 8 變化係數(散布ノ程度ノ比較)

第三章 相關關係..... 15

- 9 相關ノ意味ト相關表
- 10 相關圖
- 11 相關係數
- 12 相關程度ノ測定

第一章 ぐらふト其ノ比較

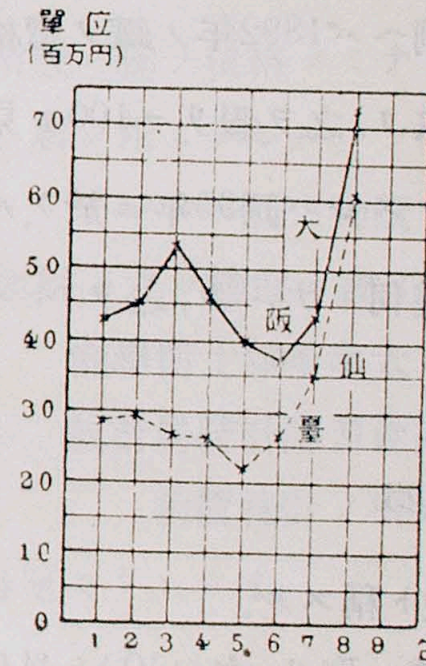
1. ぐらふノ比較

ぐらふヲ用ヒレバ統計上ノ結果ヲ一目瞭然タラシメ得ルノミナラス, ニツノぐらふヲ比較スルコトニヨツテ, 吾々ハニツノ事象ノ間ノ關係ヲ知り, 更ニ進ンデハ原因結果ノ關係ヲ

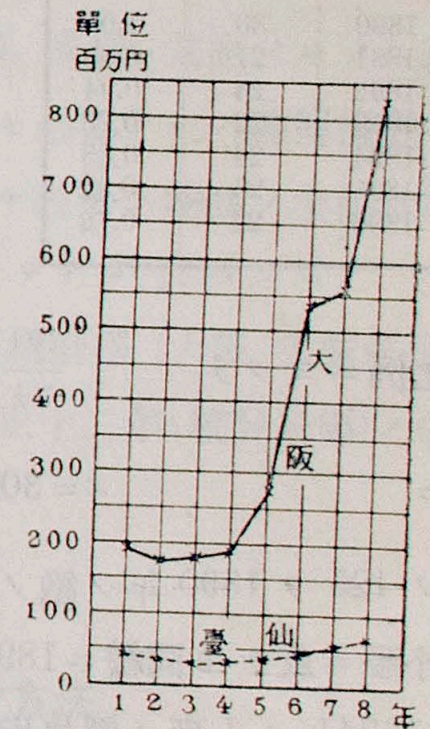
モ探求シ得ル場合ガアル。

例 大阪及ビ仙臺稅務監督局ノ調査ニヨル, 農業所得及ビ農業以外ノ所得ノ消長ヲ較ベテ見ル。

年	大阪(單位百萬圓)		仙臺(單位百萬圓)	
	農業	農業以外	農業	農業以外
大正				
1	43.5	189.1	29.1	35.6
2	45.9	177.7	29.6	32.1
3	54.0	185.4	26.4	31.2
4	45.6	189.8	25.8	32.5
5	40.1	275.1	22.1	35.2
6	37.1	539.9	27.2	40.7
7	43.4	557.8	35.7	50.7
8	72.6	823.7	61.4	70.3



第1圖



第2圖

之ヲぐらふデ表ハセバ, 農業所得(第1圖)ニ就テハ大阪仙臺兩地方ノ比較ガ極メテ判然ト顯ハレル。ケレドモ農業以外ノ

所得(第2圖)ニ於テハ仙臺ノ所得ガ大阪ノニ比ベテ餘リニ小ナル爲メ、仙臺ノ所得ノ増減ガ充分ニ顯ハレナイ憾ミガアル。

斯様ニ同ジ種類ノ量ノ變化ヲ比較スル場合ニ於テサヘ、既ニ困難ガ顯ハレル。況シテ異種類ノ量ノ變化ヲ較ベル場合ニ於テハ、常ニ單位ノ選ビ方等ニ注意セネバナラス。

2. 指數 (ソノ作り方, ソノ利益)

斯様ナ困難ヲ救フ爲メニ案出サレタノガ、指數デアル。

例ヘバ鋼鐵ノ價(1噸ニツキ弗)ト小麥ノ價(1「ブツセル」ニツキ弗)トヲ比較シテ次表ヲ得タトスル。

年	鐵	小麥
1890	30	1.05
1891	27	0.95
1892	24	0.94
1893	22	0.83
1894	24	0.88
1895	26	0.92
1896	22	0.72

今或ル年ノ價格ヲ價格ノ**基準**ニ取ル。例ヘバ1892年ノ鐵ノ價格ヲ基準ニ取り、之ヲ假リニ100ト見做ス。サウスレバ1890年ニ於ケル鐵ノ價ハ幾何トナルカ、之ヲ x トスレ

バ比例ニヨツテ $\frac{30}{24} = \frac{x}{100}$

故ニ $x = 30 \times \frac{100}{24} = 125$

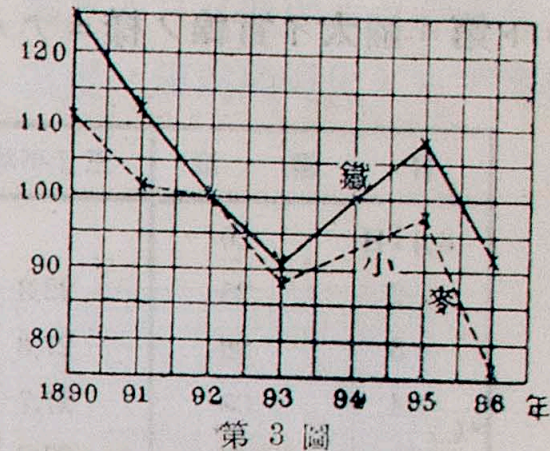
コノ 125 ヲ 1890 年ノ鐵ノ**價格指數**ト稱スル。

小麥ニ就テモ同様ニ1892年ヲ基準ニ取り、之ヲ100ト見做セバ、1894年ノ小麥ノ價格指數 x ハ

$$\frac{0.88}{0.94} = \frac{x}{100}, \quad x = 0.88 \times \frac{100}{0.94} = 93.6$$

トナル。斯様ニシテ次ノ價格指數表(基準1892年)ヲ得ル。マタ之ヲぐらふニ畫ケバ第3圖ヲ得ル。

年	鐵	小麥
1890	125.0	111.7
1891	112.5	102.1
1892	100.0	100.0
1893	91.7	88.3
1894	100.0	93.6
1895	108.3	97.9
1896	91.7	76.6



第3圖

指數ヲ用ヒル利益ハ

1. 指數ハ單位ノ選ビ方ニ無關係デアル。
2. 指數ハ大體100ヲ上下スル値デ、ソノ何十分ノ一トカ何十倍トカニナルコトハ、實際ニハ稀デアル

所ニアル。

指數ハ獨リ價格ノミナラズ、賃銀、家賃、其他ノモノニ就テモ、廣ク用ヒラレル。ソノ中デ最モ必要ナルハ**物價指數**デアルガ、コレハ一國ノ物價ヲ代表スル數多ノ物品ノ價格指數ノ平均(又ハ之ヲ適宜ニ加工シタモノ)デアル。詳シクハ

商學博士藤本幸太郎氏 經濟統計學(大阪 秀廣社發行) 又ハ 統計局統計講習會講演錄(大正十二年)統計局編ノ中、物價統計ノ項(藤本博士)

ヲ參照セラレタイ。

3. 移動平均 (短期的變化ヲ除ク方法)

時ノ移リ行クニ從ツテ變化スル事象ハ、多クハ**一般的趨勢**ト**短期的ノ變化**トカラ成リ立ツテ居ルト見做シ得ル。

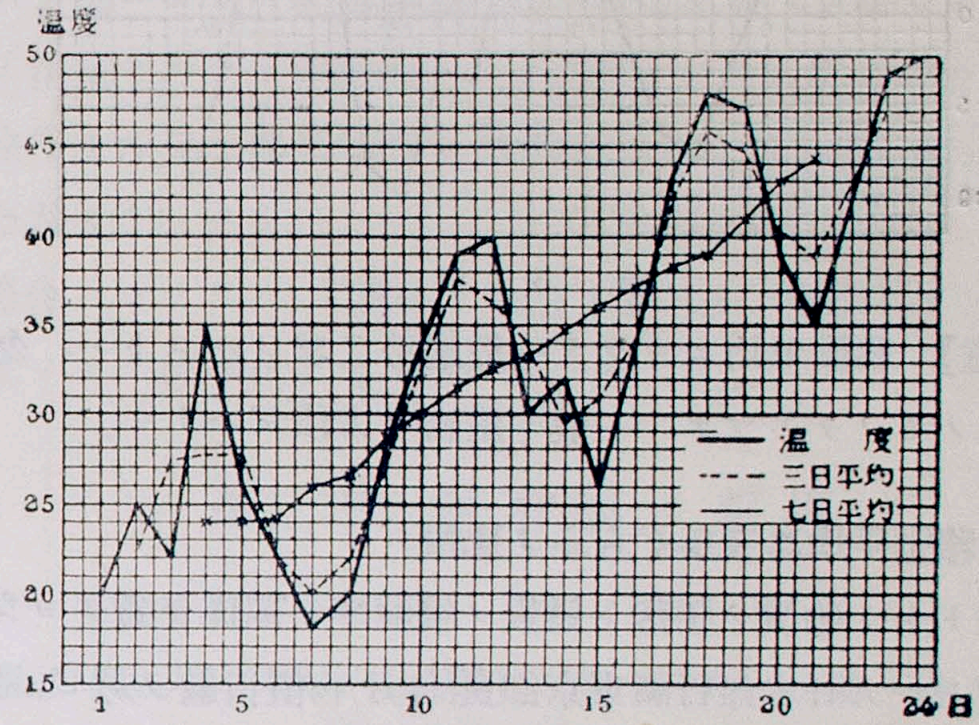
例ヘバ3月1日カラ3月24日マデノ氣溫ヲ測ツテ次ノ表ヲ得タトスル。一般ノ**趨勢**トシテハ、3月1日カラ氣溫ガ漸々高ク

ナル筈デアルガ、短期的變化アルガ爲メニ、気温ノ昇降ヲ見ルコト第4圖太イ實線ノ様ニナル。

日	温度	三日平均	七日平均	七日平均ノ偏差
3月1日	20			
2	25	22.3		
3	22	27.3		
4	35	27.7	24.0	+11.0
5	26	27.7	24.0	+2.0
6	22	22.0	24.4	-2.4
7	18	20.0	26.1	-8.1
8	20	22.0	26.7	-6.7
9	28	27.3	28.7	-0.7
10	34	33.7	29.9	+4.1
11	39	37.7	31.9	+7.1
12	40	36.3	32.7	+7.3
13	30	34.0	33.6	-3.6
14	32	29.3	34.9	-2.9
15	26	30.7	36.1	-10.1
16	34	34.3	37.1	-3.1
17	43	41.7	38.4	+4.6
18	48	46.0	38.9	+9.1
19	47	44.7	41.1	+6.9
20	39	40.3	43.3	-3.3
21	35	38.7	44.3	-9.3
22	42	42.0		
23	49	47.0		
24	50			

今短期的變化ヲ除ク爲メニ、三日間ノ温度ノ平均ヲ取ツテ見ル。即チ3月1日、2日、3日ノ温度20°、25°、22°ノ平均22.3ヲ以テ3月2日ノ温度ト見做ス。マタ3日、3日、4日ノ温度ノ平均ヲ以テ3日ノ温度ト見做ス。斯様ニシテ作ラレタ温度ノぐ

らふガ第4圖ノ點線デアル。然ルニコノ曲線ニハ未ダ甚ダシイ凹凸ガ残ツテ居ル。コレハ温度ノ短期的變化ガ未ダ充分ニ除キ去ラレナイコトヲ意味スル。

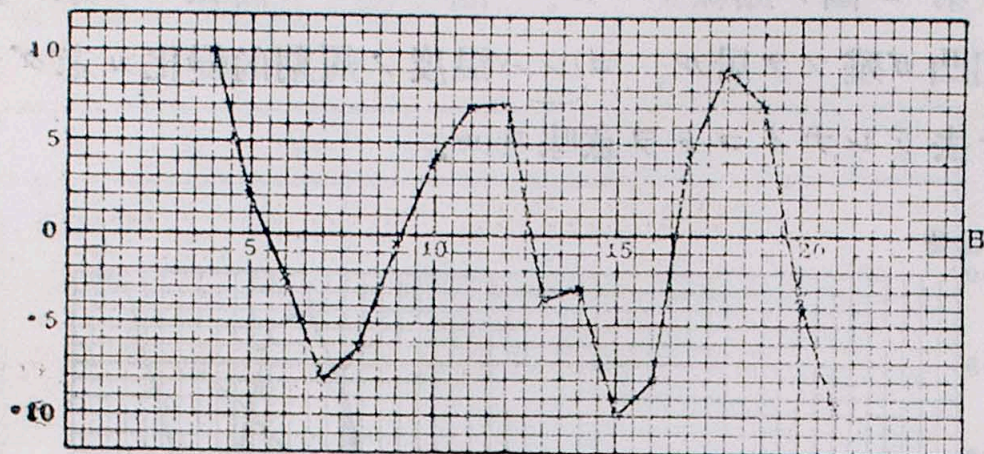


第4圖

由テ次ニ七日間ノ温度ノ平均ヲ取ツテ見ル。即チ1日、2日、...、7日ノ温度ノ平均24°ヲ以テ、七日間ノ中央ノ日(即チ4日)ノ温度ト見做ス。以下コノ方法ヲ繼續スルコト、上ノ表ノ如クニスル。斯様ニシテ作ラレタ温度ノぐらふガ第4圖ノ細イ實線デアツテ、明カニ短期的變化ガ除キ去ラレ、一般的趨勢ノミガ示サレテ居ル。

上ノ様ニシテ作ラレタ平均ヲ移動平均ト稱スル。吾々ハ移動平均ヲ求メルコトニヨツテ、一般的趨勢ヲ見出し得ルノデアル。

サテ元ノ温度ト其ノ一般的趨勢トノ差(即チ偏差)ハ即チ短期的變化ニ外ナラナイ。(上ノ表及ビ第5圖)。

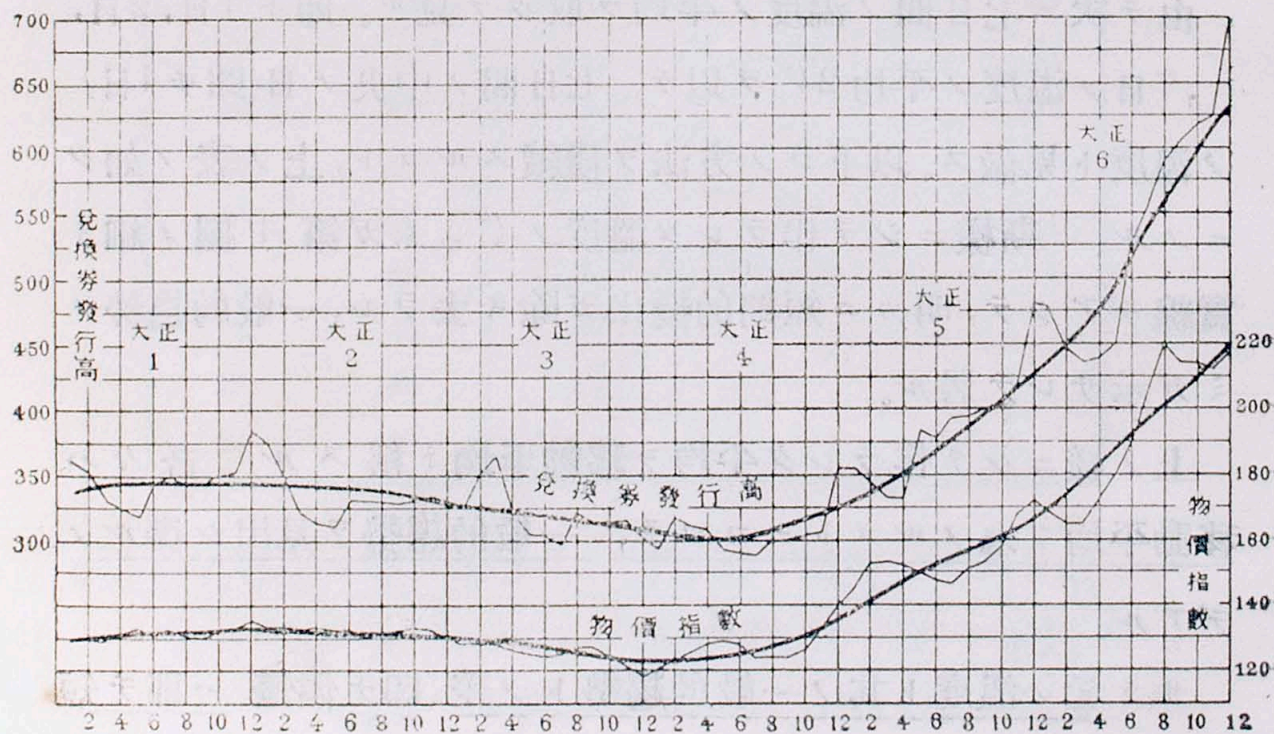


第 5 圖

【注意】 移動平均ニヨツテ一般趨勢ヲ求メルコトハ、勿論近似的ノモノデアツテ、一般ニ嚴密ナ方法デハナイ。

4. 移動平均ニヨルぐらふノ比較

一例トシテ物價ノ騰落ト通貨ノ増減トノ關係ヲ考ヘヨウ。物價トシテ日本銀行調東京卸賣(毎月)物價指數ヲ選ビ、通貨トシテ日本銀行兌換券(毎月)發行高(單位百萬圓)ヲ採リ、ソノ



第 6 圖

間ノ關係ヲ調べテ見ルニ、實數ヲ其儘取ツテ考ヘテハ其ノ變動餘リニ複雑ニ過ギルカラ、共ニ短期的變化ヲ除キ去リ、一般趨勢ヲ比較スルヲ便ナリトスル。即チ13個月ニヨル移動平均ヲ作ツテ、比較シタモノガ第 6 圖デアル。

コノ圖ニヨレバ兌換券發行高ト物價指數トノ間ニハ、同一様ノ消長アルコトガ瞭然トシテ明カデアル。猶ホ詳シクハ法學士沙見三郎氏經濟統計研究(京都、内外出版株式會社)ヲ參考セラレタイ。

場合ニヨツテハ、(商品ノ産額ト價格トノ關係ナド)短期的變化ノミヲ較べルヲ可トスルコトモアル。

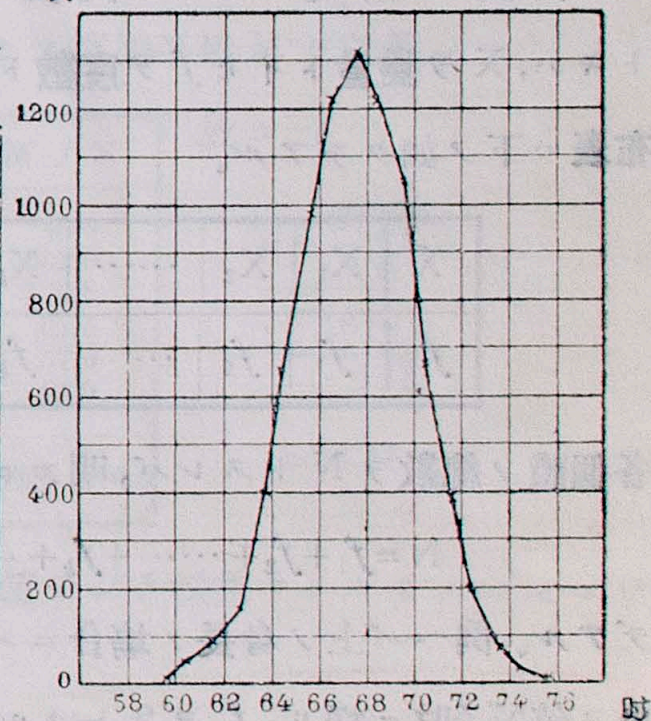
第二章 統計値ノ整理

5. 度數分布・分布曲線

英國ノ成人8585人ノ身長(吋)ヲ測ツテ次ノ結果ヲ得タ。コノ表ニヨレバ、身長ガ如何様ニ英人ノ間ニ分布シテ居ル

身長	人數	身長	人數
57—58	2	68—69	1230
58—59	4	69—70	1063
59—60	14	70—71	646
60—61	41	71—72	392
61—62	83	72—73	202
62—63	169	73—74	79
63—64	394	74—75	32
64—65	669	75—76	16
65—66	990	76—77	5
66—67	1223	77—78	2
67—68	1329		8585

カガ分ル。由テ之ヲ身長分布表ト稱スル。



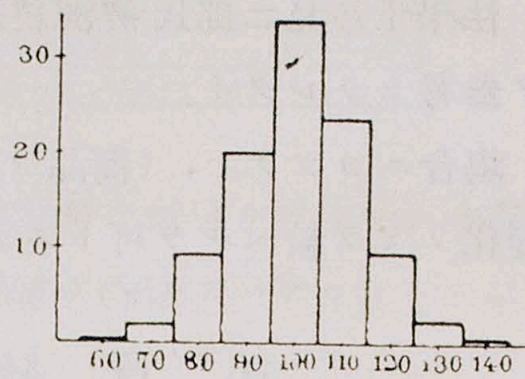
第 7 圖

コノ表ノ代リニ書カレタぐらふガ第7圖デアツテ、之ヲ身長ノ分布曲線ト呼ブ。

第二ノ例トシテ、小學兒童ノ一般智能検査ノ結果ヲ舉ゲヨウ。たーまんハ905名ノ小學生ニ智能検査ヲ行ツテ、次ノ結果ヲ得タ。

智能(點數)	人數(百分比) %
56-65	0.33
66-75	2.3
76-85	8.6
86-95	20.1
96-105	33.9
106-115	23.1
116-125	9.0
126-135	2.3
136-145	0.55

コノ智能分布表ヲ圖示シタモノガ、第8圖ノぐらふデ



第8圖

アル。斯様ナぐらふヲひすとぐらむト稱スル。

一般ニ變ジ得ベキ量Xガアツテ、 X_1 ノモノガ f_1 個、 X_2 ノモノガ f_2 個、……、 X_k ノモノガ f_k 個、……、 X_n ノモノガ f_n 個アルトキハ、Xヲ變量トイヒ f ヲ度數ト稱スル。コノ場合ノ度數分布表ハ下ノ如クデアル。

X	X_1	X_2	……	X_k	……	X_n
f	f_1	f_2	…	f_k	……	f_n

各個體ノ總數ヲNトスレバ、明カニ

$$N = f_1 + f_2 + \dots + f_k + \dots + f_n$$

デアル。例ヘバ上ノ身長ノ場合ニハ、 X_1 ヲ57吋ト58吋トノ中央ノ値57.5吋ニ採リ、 f_1 ヲ2トスル。同様ニ $X_2=58.5$ 、 $f_2=4$ 、 $X_3=59.5$ 、 $f_3=14$ 、……、マタ $N=8585$ デアル。

6. 平均値 (算術平均其他)

度數分布表ガ與ハラレタトキ、吾々ハ其ノ變量Xノ種々ノ値ヲ代表スベキツノ値、即チ變量ノ平均値ヲ求メルヲ要スル。

平均値トシテ最モ普通ニ採用サレルモノハ、算術平均(之ヲMテ表ハス)デ、之ハ次ノ式ニヨツテ計算サレル。

$$M = \frac{f_1 X_1 + f_2 X_2 + \dots + f_n X_n}{f_1 + f_2 + \dots + f_n}$$

若シ簡單ノ爲メニ、同様ノモノヲ加ヘルトイフ意味デ、 Σ (希臘語ノ花文字「シグマ」ナル記號ヲ用ヒルナラバ

$$f_1 + f_2 + \dots + f_n = \Sigma f$$

$$f_1 X_1 + f_2 X_2 + \dots + f_n X_n = \Sigma (f X)$$

ト書イテ宜シイ。從ツテ

$$M = \frac{\Sigma (f X)}{\Sigma f} \quad \text{或ハ} \quad M = \frac{\Sigma (f X)}{N}$$

例ヘバ次ノ度數分布表カラ算術平均Mヲ計算ショウ。

變量 X	度數 f	積 f X
1.5	27	40.6
3.5	72	252.0
5.5	32	176.0
7.5	9	67.5
9.5	6	57.0
11.5	2	23.0
	N=148	$\Sigma(fX)=616.0$

故ニ

$$M = \frac{\Sigma(f X)}{N} = \frac{616.0}{148} = 4.16.$$

算術平均ノ外ニモ、平均値トシテ採用サレルモノニ「モード」及ビ「メデイアン」ガアル。

「モード」(Mode 最頻値ナドノ譯ガアル)トハ、度數分布表ニ於テ最モ度數ノ多イ變量ノ値ノコトデアル、マタ「メデイアン」

(Median 中央値)トハ、數多ノ變量ヲ大サノ順序ニ列ベタトキ
ソノ中央ニ當ル變量ノコトデアアル。

7. 標準偏差

度數分布ノ有様ヲ研究スルニハ、タゞ其ノ平均値ヲ示スノ
ミデハ未タ甚ダ不充分デアアル。吾々ハ各個體ガ分布ノ中心
(即チ平均値)ノ周リニ如何ナル程度ニ分布サレ居ルカ、ソノ
撒バリノ程度ヲ測ル必要ガ起ル。コノ撒布ノ程度ヲ測ルニ最
モ適切ナリト考ヘラレルモノガ、標準偏差デアアル。

今算術平均 M カラ變量ノ値 X_1, X_2, \dots, X_n ガ、夫々ドレ丈
ケ距タルカハ

$$X_1 - M, X_2 - M, \dots, X_n - M$$

ニヨツテ測ラレル。之ヲ M カラノ偏差ト呼ビ、 ξ (希臘文字
「クサイ」) デ表ハスコトニスル。即チ

$$\xi_1 = X_1 - M, \xi_2 = X_2 - M, \dots, \xi_n = X_n - M.$$

サテ此等ノ各偏差ノ平方ニ其ニ相當スル度數ヲ掛ケテ、互ニ
加ヘ合ハセタ結果ヲ、個體ノ總數 N デ割リ、更ニ其ノ平方根
ヲ取ル。斯様ニシテ得ラレタ値ヲ標準偏差ト稱スル。

ソレデ標準偏差ヲ σ (希臘小文字「シグマ」) デ表ハセバ

$$\sigma = \sqrt{\frac{f_1 \xi_1^2 + f_2 \xi_2^2 + \dots + f_n \xi_n^2}{N}}$$

或ハ

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum (f \xi^2)}$$

トナル。元ノ變量ト標準偏差トハ全ク同ジ種類ノ量デアツテ、
變量ガ例ヘバ長サ(糶)ナラバ標準偏差モ長サ(糶)デアアル。

(何故ニ σ ニヨツテ撒布ノ程度ヲ測リ得ルカノ理由ハ、コゝニ
述べラレナイ)。

例。499人ノ職工ヲ有スル工場デ、一日ニ X 個ノ製作品ヲ
作ル職工ノ數ヲ f トスレバ、次ノ表ヲ得ル。コノ場合ニハ前
欸ノ計算ニヨツテ、全職工ガ一日ニ製作スル品數ノ平均ハ

$$M = \frac{\sum (f X)}{N} = \frac{19020}{499} = 21.88 \text{ 個}$$

デアアル。ソレ故ニ例ヘバ $X_2 = 17$ 個ノ偏差ハ

$$\xi_2 = X_2 - M = 17 - 21.88 = -4.88 \text{ 個}$$

デアリ、又 $X_8 = 23$ 個ノ偏差ハ

$$\xi_8 = X_8 - M = 23 - 21.88 = 1.12 \text{ 個}$$

デアアル。

製 作 品 ノ 數 X	職 工 數 f	偏 差 ξ	ξ^2	積 $f \xi^2$
16	1	-5.88	34.57	34.57
17	3	-4.88	23.81	71.43
18	11	-3.88	15.05	165.55
19	33	-2.88	8.29	273.57
20	66	-1.88	3.53	232.98
21	100	-0.88	0.77	77.00
22	104	+0.12	0.01	1.04
23	77	+1.12	1.25	96.25
24	62	+2.12	4.49	278.38
25	33	+3.12	9.73	321.09
26	7	+4.12	16.97	118.79
27	2	+5.12	26.21	52.42
	499			1723.02

由テ $N = 499, \quad \sum (f \xi^2) = 1723.02,$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (f \xi^2)}{N}} = \sqrt{\frac{1723.02}{499}} = \sqrt{3.453}$$

= 1.86 個.

標準偏差ノ計算ニハ、平方及ビ平方根ノ表ヲ慣用スルガ宜

シイ、コノ目的ニ對シテハ

Barlow, Tables of squares, etc

ヲ御薦メ致シタイ。

8 變化係數

甲、乙ニツノ工場ニ於テ或ル作業ノ成績ヲ見ルニ、甲ノ工場ニ於テハ 10 點ヲ滿點トシテ

$$M=6.9\text{點}, \quad \sigma=1.9\text{點},$$

乙ノ工場デハ 100 點ヲ滿點トシテ

$$M=60.0\text{點}, \quad \sigma=15.2\text{點}$$

ヲ得タトスル。此場合ニ成績ノ中庸ヲ外ヅレタ程度ガ、甲乙ノ孰レニ於テ甚ダシキカヲ比較スルニ當ツテ、上ノ σ ノ値ヲ其ノ儘比較シ其ノ大小ニヨツテ判斷スルコトハ、全然無意義デアアル。

斯様ナ比較ノ場合ニハ、**變化係數**ト呼バレル次ノ値ヲ用ヒルガ宜シイ。

$$V = \frac{100\sigma}{M}$$

コノ方法ニヨレバ、

$$\text{甲ノ工場ニ就テハ} \quad V = \frac{100 \times 1.9}{6.9} = 27.5,$$

$$\text{乙ノ工場ニ就テハ} \quad V = \frac{100 \times 15.2}{60} = 25.3,$$

故ニ甲ノ工場ノ方ガ、中庸ヲ外レタ程度ガ高イト判斷スベキデアアル。

第三章 相 關 關 係

9. 相 關 ノ 意 味 ト 相 關 表

吾々ハ第4款ニ於テ物價ノ騰落ト通貨ノ増減トノ間ニハ密接ナル關係ガアツテ、一方ガ増セバ他方モ増シ、一方ガ減ズレバ一方ガ減ズルコトヲ見タ。コノ場合ニ物價ト通貨トノ間ニハ**相 關 關 係**ガアルト呼バレル。又遺傳ノ方面ヲ顧ミレバ、背ノ高イ父ノ子ハ一般ニ背ガ高く、背ノ低イ父ノ子ハ一般ニ背ガ低イ。コノ現象ハ父子ノ身長ノ間ニ相 關 關 係アルコトヲ示シテ居ル。更ニ勞働者ノ賃銀ヲ増セバ救貧法ニヨツテ救ハレル人々ノ率ガ減ジ、賃銀ヲ減ズレバ救民ノ率ガ増ス(英國農業勞働統計ニヨル)。コノ場合ニハ賃銀ト救民數トノ間ニハ、(逆ノ)相 關 關 係ガアルト呼バレル。マタ綿ノ産額ト其ノ價格トノ間ニハ逆ノ相 關 關 係ガアルガ。

サテ相 關 關 係ノ中ニハ、ソノ關係ノ親密ナモノト然ラザルモノトガアル。ソレ故ニ吾々ハ相 關 關 係ノ程度ヲ測ル方法ヲ講究セネバナラナイ。

コノ目的ノ爲メニハ、先ヅ**相 關 表**ト稱スルモノヲ作ルガ宜シイ。コ、ニ一例トシテ多クノ(少シノ)子供ヲ生ンダ母親ノ娘ハ、多クノ(少シノ)子供ヲ生ム傾向アリヤ否ヤヲ考ヘル爲メノ、相 關 表ヲ掲ゲヨウ。

母ノ生メル子供ノ數 (X)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	平均
娘ノ生メル子供ノ數 (Y)	5	9	11	18	21	15	8	9	6	3	2	3					5.39
1	12	5	14	15	10	13	9	8	5	3	2	2					5.10
2	9	9	10	15	18	15	9	3	2	4	2					1	4.89
3	5	10	16	11	9	14	13	10	4	8	2	3					5.63
4	5	5	19	17	21	15	18	10	14	2	1	5	1				5.80
5	7	6	7	17	23	9	12	13	14	8	3	2	2				6.13
6	4	5	8	11	15	12	15	14	7	5	3	3	1				6.22
7	5	4	3	8	4	13	9	8	5	10	2	1	1				6.48
8	1	2	4	12	9	9	8	5	12	3	4	1	2	1			6.77
9			4	3	3	4	7	5	3	2	2	1					4.85
10			1	2	1	3	4	6	3	2		1		1			5.63
11			2	1	1	1			1	2							4.25
12		2	1	2	3		1	1			1		1		1		5.46
13					2	1					1		2				4.83
平均	3.15	3.53	3.75	4.02	4.09	4.15	4.69	4.85	5.11	5.13	5.52	4.23	8.10	9.00	12.00	2.00	

コノ表ハ母娘 1000 組ノ内デ、一人ノ子供ヲ生ンダ母ト子供ヲ生マナイ娘トノ組ガ 5 個アル、五人ノ子供ヲ生ンダ母ト三人ノ子供ヲ生ンダ娘トノ組ガ 9 個アル、……コトヲ意味スル。(場合ニヨツテハ相關表カラ直ニ相關關係ノ存在ヲ明ニ認メ得ルコトモアルガ)、此場合ニハ多産性ガ果シテ遺傳スルカ否ヤ、此表ノミカラデハ容易ニ判定シ難イノデアアル。

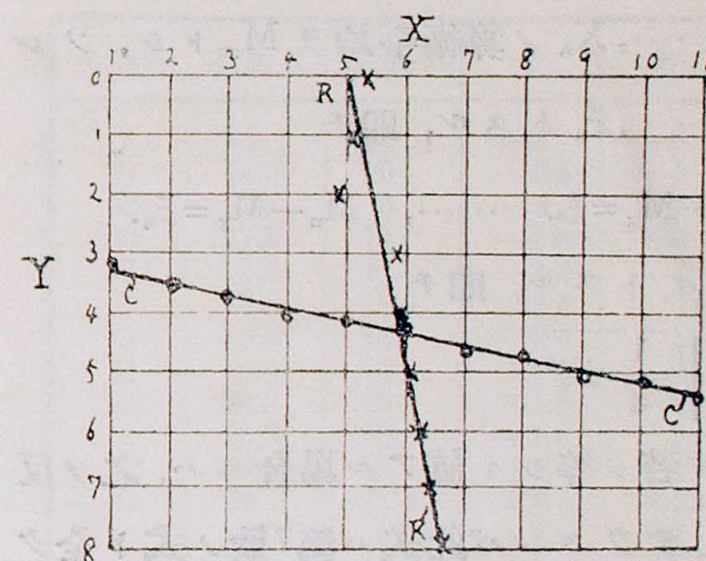
ソレ故ニ今例ヘバ 2 人ノ子供ヲ生ンダ娘ノ母ノ子供ノ數ヲ調べルト、1人ノ場合、2人ノ場合、……、11人、16人ノ場合モアルガ、平均スレバ 4.89 人デアアル。同様ニ 3 人ノ子供ヲ生ンダ娘

ノ母ハ、平均 5.63 人ノ子供ヲ生ンデ居ル、……。又一人ノ子供ヲ生ンダ母ノ娘ハ平均 3.15 人ノ子供ヲ、四人ノ子供ヲ生ンダ母ノ娘ハ平均 4.02 人ノ子供ヲ生ンデ居ル、……。

斯様ニシテ 9 人以上モ子供ヲ生ム様ナ極端ナ場合ヲ除イテ考ヘレバ、多クノ子供ヲ生ンダ母ノ娘ハ、平均スレバ多クノ子供ヲ生ム傾向ガ見エルノデアアル。

10. 相 關 圖

尙ホ一層明瞭ニ此關係ヲ表ス爲メニハ、此等ノ平均値ヲ、第 9 圖ノ通りニ、圖ニ盛ツテ見ルガ宜シイ。之ヲ相關圖ト稱スル。



第 9 圖

コノ圖ニヨレバ此等ノ平均點ハ大體ニ於テ直線 RR' 及ビ CC' ノ上ニアルト見做シ得ル。即チ直線 CC' ハ、母ガ幾人カノ子供 (X) ヲ生ムトキ、ソノ娘ハ平均

幾人ノ子供ヲ生ムカラ、大體ニ於テ示ス所ノ(近似的法則ヲ與ヘル) ぐらふデアアル。又直線 RR' ハ、娘ガ幾人カノ子供 (Y) ヲ生ムトキ、ソノ母ハ平均幾人ノ子供ヲ生ムカラ、大體ニ於テ示ス所ノぐらふデアアル。

シカルニ直線 CC' ノ傾キノ狀態カラ明カニ見ラレル通り、

母ノ生ム子供ノ數ガ増セバ(減スレバ), 娘ノ生ム子供ノ數モ平均トシテハ増加スル(減小スル)。母ノ子供ノ數ガ一人増セバ, 娘ノ子供ノ數ハ平均約 0.2 人増加スルヲ認メルデアラウ。

11. 相 關 係 數

吾々ハ今一步ヲ進メテ, ニツノ變量

$$X \quad X_1, X_2, \dots, X_n$$

$$Y \quad Y_1, Y_2, \dots, Y_n$$

ノ間ノ相關程度ヲ測ル所ノ數值ヲ示サウト思フ。

ソレガ爲メニ, 第9圖ノ如ク二組ノ平均點ガ大體ニ於テ夫々一ツノ直線上ニアル場合ニハ, 相關係數ト呼ブモノヲ用ヒル。

今一ツノ變量 X_1, X_2, \dots, X_n ノ算術平均ヲ M_x トシ, ソレヨリ各値ノ偏差ヲ $\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_n$ トスル, 即チ

$$X_1 - M_x = \xi_1, \quad X_2 - M_x = \xi_2, \quad \dots, \quad X_n - M_x = \xi_n.$$

マタ此變量ノ標準偏差ヲ σ_x トスル, 即チ

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{1}{n} \sum \xi^2}$$

(但シ X_1, X_2, \dots ノ中デ若シ等シイ値アル場合ニハ, 之ヲ反覆シテ數ヘルコトニスル。サウスレバ此式ハ第7款ノ式ト全ク同一ナルヲ知ルデアラウ)。

次ニ第二ノ變量 Y_1, Y_2, \dots, Y_n ノ算術平均ヲ M_y トシ

$$Y_1 - M_y = \eta_1, \quad Y_2 - M_y = \eta_2, \quad \dots, \quad Y_n - M_y = \eta_n.$$

$$\sigma_y = \sqrt{\frac{1}{n} \sum \eta^2}$$

ナル量ヲ作ル。

最後ニ $\sum(\xi\eta)$

即チ $\xi_1\eta_1 + \xi_2\eta_2 + \dots + \xi_n\eta_n$

ナル量ヲ作ル。サウスレバ**相關係數** r ハ

$$r = \frac{\sum(\xi\eta)}{n\sigma_x\sigma_y}$$

ニヨツテ與ヘラレル, 或ハ之ヲ書き換ヘテ

$$r = \frac{\sum(\xi\eta)}{\sqrt{\sum\xi^2}\sqrt{\sum\eta^2}}$$

トシテモ宜シイ。 r ハ元ノ變量ヲ測ル單位ニ無關係ナ無名數デアアル。

相關係數ノ計算法ヲ示ス爲メニ, (上ノ母娘ノ例デハ餘リ複雑ニナルカラ), 次ノ簡單ナ例ヲ採ラウ。

中學生14名ニ就テ行ツタ, 英語ノ「テスト」ノ成績(X)ト數學ノ成績(Y)トノ相關係數 r ヲ求メテ見ル。

生徒名	英語 X	數學 Y	ξ	η	ξ^2	η^2	$\xi\eta$
A	15	10	-4	-3	16	9	+12
B	15.5	10	-3.5	-3	12.25	9	+10.5
C	16	6	-3	-7	9	49	+21
D	17.5	10	-1.5	-3	2.25	9	+4.5
E	17.5	11	-1.5	-2	2.25	4	+3.0
F	17.5	18.5	-1.5	+5.5	2.25	30.25	-8.25
G	18.5	11	-0.5	-2	0.25	4	+1
H	19.5	13	+0.5	0	0.25	0	0
J	20.5	10	+1.5	-3	2.25	9	-4.5
I	20.5	13	+1.5	0	2.25	0	0
K	20.5	20	+1.5	+7	2.25	49	+10.5
L	22	17.5	+3	+4.5	9	20.25	+13.5
M	23.5	16	+4.5	+3	20.25	9	+13.5
N	24	18	+5	+5	25	25	+25
$n=14$	$M_x=19$	$M_y=13$			$\sum\xi^2=105.5$	$\sum\eta^2=226.5$	$\sum(\xi\eta)=101.75$

故ニ $r = \frac{101.75}{\sqrt{105.5 \times 226.5}} = +0.66.$

12. 相 關 程 度 ノ 測 定

相關係數 r ハ -1 ト $+1$ トノ間ニアル値デアアル。又 r ガ正

(20)

統 計 法 ノ 概 念

數ナラバ順ノ相關(一方が増セバ他方モ増ス)デ、 r ガ負數ナラバ逆ノ相關(一方が増セバ他方ハ減ズル)トナル。

r ノ値ガ -1 カ又ハ $+1$ ナラバ、相關ハ完全トナル。換言スレバ、孰レカ一方ノ値ヲ與ヘレバ、他ノ方ノ値ハ自ラ確定スル(平均ノ値トシテ、無ク、眞ノ値自身ガ確定スル)。例ヘバ一定量ノ氣體ノ壓力ガ一定シテ居ル場合ニ、溫度ガ與ヘラレ、バ體積ハ自ラ定マリ、又逆ニ體積ガ與ヘラレ、バ溫度ハ自ラ定マル。コノ例デハ $r = +1$ デアル。

次ニ r ノ値ガ零ナラバ、相關關係ハ存在シナイノデアル。換言スレバ、一方ノ値ガ如何ニ變ツテモ、他方ノ値ノ平均ハ常ニ同ジ値ニ止マツテ、一方ノ値ノ變化ニ無關係トナル。

實際ノ場合ニハ r ノ算術的値(即チ絶對值)ハ、 0 ト 1 トノ間ニアルヲ普通トスル。ソシテ r ノ値ガ 1 ニ近ケレバ近イ程、相關ノ程度ハ高ク、之ニ反シテ零ニ近ケレバ近イ程、相關ノ程度ハ低イノデアル。

例ヘバ上ニ示シタ英語ト數學ノ成績ノ場合ニハ $r = +0.66$ デアルカラ、可ナリ程度ノ高イ順相應ヲ示シテ居ル。之ニ反シテ母娘ノ子供ノ數ノ場合ニハ $r = +0.213$ デアルカラ、相關ノ程度(即チ多産ノ遺傳性)ハ低イト云ハネバナラヌ。

米國デ綿ノ産額ト其價格トノ相關係數ハ -0.68 デアツタ。又物價ト犯罪數トノ相關係數ハ -0.41 、物價ト結婚率トノソレハ $+0.67$ デアツタ。英國デハ農業労働者ノ賃銀ト救民數ニ就テ $r = -0.66$ ヲ得、父ノ身長ト息子ノ身長ニ就テ $r = +0.51$

ヲ得タ。

【注意】 相關圖ノ二組ノ平均點ガ夫々直線上ニ無イ場合ニハ、相關係數ニヨツテ相關ノ程度ヲ測ルコトハ、餘リ有意義ノコトデハナイ。コノ場合ニハ寧ロ相關比ト稱スルモノヲ用ヒル方ガ宜シイノデアルガ、茲ニ之ヲ説明スル餘裕ガナイ。

大正十四年四月十二日印刷
大正十四年四月十七日發行

(非賣品)

發行者 京都府工場課内
京都府工業聯合會

印刷者 源田武藏
大阪市此花區上福島南一丁目二二三番地

印刷所 カミヤ印刷所
大阪市此花區上福島南一丁目二二三番地