準備数量決定方法の統計的考察に就て

特に作業量と雇傭量の関係に対する応用例を中心として

所員　坂元平八

I. 準備数量の理論的考察

本論文は筆者が昭和二十一年九月十日に大蔵省理財局財政経済実態研究室に於て講演したものである。

河田龍夫理学博士は以前に"準備数量決定に於ける統計的方法"と題して筆者が以下述べんとする内容の基になるべき事柄を非常に創意に充ちた方法を以て取扱つてゐられる。然し準備数量決定の理論には未だ統計的考察が充分でない点が若干認められるので従来種々と研究の結果最近満足すべき結論を得たので此処に従来の方法と比較しつゝ筆者に依つて得られた方法を紹介しようと思ふ。

仮在来の準備数量の決定方法は過去の資料に基き平均値を求め、此で所要量を除すことに依て求めてゐた、実際に於ては是では不安であるため、その何割増とか、又は二倍，三倍の量を準備してゐる。併しこの安全係数は殆んど何等根據のないものであり，この位準備しておけば十分であらうといふ位の意味で又は過去の経験から極く大雑把に定められてゐた体である。これでは無駄をすることが多く，亦安全係数を過少に評価すれば不足を来す機会が多くなるのであらうことは当然である。斯かる準備数量の問題は社会現象，経済現象万般にその応用例が見出されるものである。殊に生産関係に於ては必要欠くべからざる問題であると信ずる。河田博士は過去の資料に依つて工具の平均命数を求められ，是に依て所定の作業量を確保するために必要な工具の準備数量を統計的方法を用ゐて決定されてゐる。たゞ此の際筆者が感じたことは過去の資料に依り求めた平均命数をその儘使用することは或程度危険ではないかと云ふことである。といふのはこの推定平均命数は母集団命数とは考へられないからである。

依て筆者は此の理論的不満を充すべく種々と考察した結果が以下述べようとする方法である。

［方法］ 過去の資料に依り或種類の工具（又は雇傭人員）の n 單位の作業量が $n\bar{w}$ つまり單位当りの平均作業量を

$\overline{w} = \dfrac{\sum_{i=1}^{m} w_i}{m}$ であつたとし（各々が $w_1, w_2, \cdots, w_m$ の作業成績をあげてゐたとする）その標準偏差が

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m} (w_i - \overline{w})^2}{m-1}}$$

で与へられたとする。然るとき同様の作業條件の下で或一定の作業量 W を危険率 $\epsilon/2$ 以下で確保するための必要作業単位数 n は

$$n = \frac{W + \frac{1}{2} t_\epsilon^2 \frac{s^2}{\overline{w}} + \sqrt{W^2 t_\epsilon^2 \frac{s^2}{m\,\overline{w}^2} + W t_\epsilon^2 \frac{s^2}{\overline{w}} + \frac{1}{4} t_\epsilon^4 \frac{s^4}{\overline{w}^2}}}{\overline{w} - t_\epsilon^2 \frac{s^2}{m\,\overline{w}}}$$

で与へられる。此処に t_ϵ は自由度 $m-1$ の Student 分布に於ける危険率 ϵ に対応する t の値である。特に m が十分大きいときには Student 分布は正規分布に近づくから t_ϵ は正規分布に於ける危険率 ϵ に対する t の値である。（此処に作業量の統計的分布法則は正規分布に近いことを必要としてゐる。然し m が十分大きく n が十分大きいときは此の條件は必要がない）

〔証明〕 過去の m 単位の作業量を $w_1, w_2, \cdots, w_m$ とし同一の作業條件の下に於ける n 単位の作業量を $w_1', w_2', \cdots, w_n'$ とし

$$\frac{\dfrac{\sum_{i=1}^{n} w_i'}{n} - \dfrac{\sum_{i=1}^{m} w_i}{m}}{\sqrt{\dfrac{\sum_{i=1}^{m} (w_i - \overline{w})^2}{m-1}}\sqrt{\dfrac{1}{n} + \dfrac{1}{m}}} = t$$

と置くと，t は自由度 $m-1$ の Student 分布をなす[註]，今危険率 ϵ に対応する t の値を t_ϵ とすれば，n 単位に依る総作業量 $W = \sum_{i=1}^{n} w_i'$ について

〔註〕 筆者の論文「統計量の独立性について」の判定條件参照のこと

$$
P_r\left\{\frac{n}{m}\sum_{i=1}^{m} w_i - t_\epsilon\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m}(w_i-\overline{w})^2}{m-1}}\sqrt{n+\frac{n^2}{m}} \leqq W\right.
$$

$$
\left.\leqq \frac{n}{m}\sum_{i=1}^{m} w_i + t_\epsilon\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{m}(w_i-\overline{w})^2}{m-1}}\sqrt{n+\frac{n^2}{m}}\right\} = 1-\epsilon
$$

が成り立つ。今、$\dfrac{\sum_{i=1}^{m} w_i}{m} = \overline{w}$, $\sqrt{\dfrac{\sum_{i=1}^{m}(w_i-\overline{w})^2}{m-1}} = s$ として上式より作業量Wを危険率$\epsilon/2$を以て確保するための必要作業単位を求めて見る、それには

$$
W - n\overline{w} = \pm t_\epsilon\sqrt{n+\frac{n^2}{m}}\, s
$$

をnについて解いて

$$
n = \frac{W + \frac{1}{2}t_\epsilon^2\frac{s^2}{\overline{w}} \pm \sqrt{W^2 t_\epsilon^2\frac{s^2}{m\overline{w}^2} + W t_\epsilon^2\frac{s^2}{\overline{w}} + \frac{1}{4}t_\epsilon^4\frac{s^4}{\overline{w}^2}}}{\overline{w} - t_\epsilon^2\frac{s^2}{m\overline{w}}}
$$

を得る。此の複号中の正符号の方を取ったnの値が求める作業単位を与へるものであることは説明する迄もなかろう。

II. 準備数量の理論の応用例，作業量と雇傭量との関係に就て

本論文の理論の応用例として筆者が以前某工場に於て取扱った研究結果を発表することにする。筆者が関係した某工場に於ては、諸種の製品の各工程に於ける作業量と作業人員の間の函数関係の研究，特に作業量の変動性を考慮しての統計的研究は兎角看過されがちで，その処理方法も何等の理論的根拠がなく、従ってこの観点よりする適当な対策なき状態であった。

吾々が此処に用ひる資料は某工場の要望に依り同工場の作業日誌を利用して、此を統計的に分析して得た結果である。仮、同工場の作業日誌は別表第一表の如くその作業量，就業人員、使用機械台数等を各作業，各作業別に記入してある。以下の研究の目的はこの作業日誌に依り作業量と雇傭量の関係を示す図表（特に此の表に依り或一定の作業量を確保するための必要準備作業人員の数を知ることが出来る）を河田博士が発表された「準備数量決定に於ける統計的方法」を参考にしつゝ考察を進

めて行きたいと思ふ。

仍吾々が斯かる種類の問題を取扱ふに当り、各々の対象が、それに適用せんとする数学的方法を導き出した仮定を必ずしも厳密には満足してゐない為、理論と実際との調和が非常に困難で以下の研究に於ても、大まかな推理で片附けざるを得ない点がないでもなかったのは誠に遺憾であるが、実際適用してみて驚く程効果をあげた事実から判断すれば徒らに左程重要でない條件の欠除に躊躇してゐるよりは近似的に條件を満足するといふ程度で積極的に此の方法を採用することが望ましいと考へた。実際 Neyman の云ふ如く " try it and see " といふこと[註1]が統計学を実際に応用する者の忘れてはならぬ立場とも考へられる。尤も理論を実際に適用するに際しては出来得る限り凡ゆる條件を理論的に厳密に検討すべきことは云ふを俟たない。

仍今挙げた作業日誌の数字を利用する前に資料をもう少し統計的に分析し、一定の作業人員に対する使用機械台数が作業量に如何に影響するか、亦日々に作業量が如何に変動するかも研究すべきであるが、使用機械台数の影響については問題が複雑で此は別個に研究することにした。此の資料は目下整理中である。唯こゝでは使用機械台数の変動の影響は無視して取扱を進めたことを注意しておく。亦季節変動に対しては三ヶ月単位の古い資料を分析した結果有意差が認められなかった。（此の資料は疎開中に紛失したため此処に発表出来ないことが残念である。）

亦資料は昭和十九年度一ヶ年のものに限定した。之は資料が余りに長期間に亘ることは工具の素質等、其の他の事情のため資料の等質性を失ふことが考へられたからである。吾々は準備数量を決定するに当っては、絶へず、最新の資料を分析しつゝその使用してゐる常数に補正を加へつゝ応用結果の正確を期さねばならぬと思ふ。

此処で資料を昼夜作業別、就業人員別に作業量が整理されてあり、この分類の各々に対して、その平均作業量及び標準偏差が計算されてある。此の資料を要約したものが第二表の如きものである。亦これを図示したものが第一図及第二図である。

此の表に依り、先づ作業量の変動は個人的の事情に依り強く左右されるか或は日々の作業條件（或は作業人員の一集団としての條件）が強く影響するかを判定してみる。

註1] J. Neyman, Lectures and Conferences on mathematical Statistics, 1937. page 99

若し個人的の事情に依り左右されるものならば一人々々の作業量が独立な変量と考へられるから，その標本から計算される一人当りの單位作業量及びその標準偏差の推定値を就業人員別に求めれば第三表の如くである。此は平均値に就ては就業人員で除してあるが標準偏差に就ては就業人員の平方根で除してある。これをグラフに依て見るに第三図，第四図の如くである。是に依れば就業人員別に見た場合、單位作業量の標準偏差は就業人員別に見て同一であるとは思はれない。然し一人々々の作業量が独立な変量であるといふ仮定の下では第三表の如く就業人員別に著しく異った標準偏差の推定値が現れる筈である。即ち、明らかに標準偏差は就業人員の増加に伴ひ増大する傾向を持つ。然も資料数の大なるに拘らず，就業人員の大なる処では変動は安定してゐない。依て此の仮定は妥当でないものと判断される。此の統計的判定法は厳密に云へば Pearson, Neyman の K Sample に関する L 検定法[註2]を採用すべきであるが数値計算が容易でなく、且此の場合は図表に依り余りにも明白であるから省略することにする。

次に日々の作業條件が強く影響すると仮定すれば日々の單位作業量が独立な変量と考へられるから單位作業量及その標準偏差は第四表の如く單位作業量は第三表と同じであるが標準偏差は今度は就業人員で除して得られるものである。此をグラフで示せば第五図，第六図の如くである。是に依れば就業人員別に見た場合，單位作業量の標準偏差は同一であるらしく思はれる即ち、日々の作業條件が作業量の変動に強く影響するといふ仮定の下では第四表の如き就業人員別の推定標準偏差の値が現れることは稀でない。此の場合に就て Pearson, Neyman の K Sample に関する L 検定法を採用して検定してみる，こゝに完全な方法とは云へぬがL検定の数値表が不十分なために次の如く

函作業については

1人—2人, 3人—4人, -------, 15人—16人 の八群に分類し

[註2] E. S. Pearson and J. Neyman, On the Problem of Two Samples, Bulletin International de L'academie Polonaise des Sciences et Des Letteres, 1930, 73—96, J. Neyman and E. S. Pearson, On the Problem of K Samples, Bulletin International de L'academie Polonaise de Science et Des Letteres, 1931, 460～481 或ハ河田博士「準備数量決定に於ける統計的方法」

B 1 17

夜作業に就ては

1人−2人, 3人−4人, ------, 11人−12人の六群に分類し各群に就て任意数列表に依り各々大さ10の標本（各就業人員別に5人宛合計10人）を抜取って L 検定法を適用した。そして此の場合には資料は就業人員別に見た場合，等質性を仮定しても支障のないことが大体肯定された。此は第九図，第十図に示した。且此の図に依り此の分類抽出に依る資料と原資料とを比較して，その著しく近似してゐることからこの L 検定法の結論は原資料についても同じであることが大体確認される。尚 L 検定法に関する詳細は Pearson, Neyman の原論文亦は河田博士の論文を参照されたい。

亦此の外に別の判定法を二三用ゐて資料の均質性を検討してゐる。そのために先づ就業人員別の単位作業量の信頼上限及び信頼下限（信頼度 0.90）を計算して出したものが第五表，第六表である。（此処に単位作業量の統計的分布は正規分布と仮定したが，是は近似的に満足されてゐるから支障がない）此を図示したものが第七図，第八図の如くである。依て此の図表から判断するに昼作業に於ては就業人員13人以下に於てはその単位作業量の間には大体に於て有意差が認められない様に思はれる。（但し就業人員2人及び6人の場合は稍異常と思はれる）夜作業に就ては，その就業人員別の単位作業量の間には殆んど有意差は認められない。

亦この事項を別の面から確めるため，昼夜作業別に18人未満の場合に就てF検定を適用してみる。この場合母集団標準偏差が作業人員に無関係に一定であることを前提としてゐるが，此は Pearson, Neyman の検定法に依り是認されたものとして考察を進める。此処でこのF検定法は前述の Pearson, Neyman の検定法の中に含まれてゐるのだが前の場合は抽出資料に就いて行ったから此処に全資料に就て行って見る。

先づ昼作業に就いて論ずる

$$\bar{x} = \frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N} x_n = 138.7 , \qquad V = \sum_{n=1}^{N}(x_n - \bar{x})^2 = 381359,$$

$$v_1 = \sum_{k=1}^{k} n_k(\bar{x}_k - \bar{x})^2 = 56475,$$

$$v_2 = \sum_{k=1}^{k}(n_k - 1)s_k^2 = 324884$$

である。但し $N=206$, $k=18$ である。

$$n_1=18-1=17,\quad n_2=206-18=188$$

$$F_0=\frac{188\times 56475}{17\times 324884}=1.92$$

であるから

$$0.05>P_r(F>1.92)>0.01 \text{ である。}$$

従って平均値の間に有意差が認められないとは云へない。即ち計算例から就業人員2人の場合の作業量が稍高きに過ぎ就業人員6人の場合は稍低きに過ぎる様にも思はれる。これは原資料を更に精しく調査すべきであらう。然し今後の計算には顧慮しないで話を進める。此の為単位作業量の標準偏差を稍大きく取ることになる。単位作業量には殆んど変化がない。

これに反し夜作業に於ては

$$\bar{x}=\frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N}x_n=155.8,\quad V=\sum_{n=1}^{N}(x_n-\bar{x})^2=505876,$$

$$v_1=\sum_{k=1}^{l}n_k(\bar{x}_k-\bar{x})^2=47578,$$

$$v_2=\sum_{k=1}^{l}(n_k-1)s_k^2=458298,$$

である。但し $N=192$, $k=17$ である

$$n_1=17-1=16,\quad n_2=192-17=175$$

$$F=\frac{175\times 47578}{16\times 458298}=1.14$$

であるから $P_r(F>1.14)>0.20$ で平均値の間に有意差が認められない。

以上に於て大体資料平均値の均一性の検討を終へたから、以下平均値の間には有意差が認められぬ。即ち、単位作業量は就業人員に無関係に同一であり且つその標準偏差も同一であると仮定して計算を進めることにした。

今、上述の数字を昼作業，夜作業別に就業人員18人以下の資料につき単位作業量及びその標準偏差を計算するに、昼作業に於ては

単位作業量＝138.7　　標準偏差＝43.1

夜作業に於ては

単位作業量＝155.8　　標準偏差＝51.3

である。亦就業人員18人以下に於ては平均就業人員を計算するに

昼作業に於ては　　7.7人
夜作業に於ては　　7.4人

今、上述の数字を母集団として常数検定法を用ゐて上来述べ来った資料の均質性をもう一つ他の立場から検討してみるに矢張り前述の検定結果と同じ結論を得た。是に依り均質性の問題一応完全に解決された。

仍、単位作業量の信頼上限，信頼下限を信頼度0.95を以て計算するに、

昼作業の場合

信頼上限＝144.6，　信頼下限＝132.8

夜作業の場合

信頼上限＝163.1　　信頼下限＝148.5

で与へられる。作業能率に於て昼夜別に有意差が認められるや否やを検定して見るに昼作業の信頼上限は明らかに夜作業の信頼下限よりも小である。依て明らかに昼と夜の作業能率には有意差がある。依て昼夜別に計算を進めて行かねばならぬ。

以上の均質性の検討を以て準備数量決定の計算に移らう。先づ単位作業量を$\overline{x}$，その標準偏差をSとし，資料数をmとすれば，亦延作業人員をn人，一日の平均就業人員をa人とすれば本論文の定理に依り此等の延作業人員に依る延作業量は大体95%の確率を以て

$$n\overline{x}-1.96S\sqrt{na+\frac{n^2}{m}} \quad と \quad n\overline{x}+1.96S\sqrt{na+\frac{n^2}{m}}$$

との間にある。依てWを所要作業量とすれば準備すべき必要延作業人員は

$$n = \frac{\overline{W} + \frac{1}{2}(1.96)^2\frac{a s^2}{\bar{x}} + \sqrt{\overline{W}^2(1.96)^2\frac{s'^2}{m\bar{x}^2} + \overline{W}(1.96)^2\frac{a s^2}{\bar{x}} + \frac{1}{4}(1.96)^4\frac{a^2 s^4}{\bar{x}^2}}}{\bar{x} - 1.96^2\frac{s'^2}{m\bar{x}}}$$

で与へられる。今上述の $\bar{x}$, s の値を

$$n\bar{x} - 1.96 s\sqrt{na + \frac{n^2}{m}} \quad と \quad n\bar{x} + 1.96 s\sqrt{na + \frac{n^2}{m}}$$

に代入して計算したものを図表にしたものが第十一図、第十二図である。

此の表の使用法を説明すると、例へば第十図の昼作業の場合に就て説明すると延作業量 200000 を確保するために準備すべき延作業人員を求める例をあげる。それには 200000 を通り縦軸に平行な直線を引き信頼上限（10人平均の場合）の線と交る点Pを求めこの縦座標を読めば必要延作業人員 1600 人が求まる。

亦此の 1600 人に対して期待し得る最大延作業量を知りたきときはPを通って横軸に平行な直線が信頼下限（10 人平均）の線と交る点Qの横座標を読めば 245000 で与へられる。

此の表に依て過去の実績に当って見ると非常に有効であることが確認された。

亦昼夜作業を綜合して斯かる表を作成することも可能であるが此の組合はせは極めて容易であるから此処に例示することを控へた。

昭和廿一年九月廿日

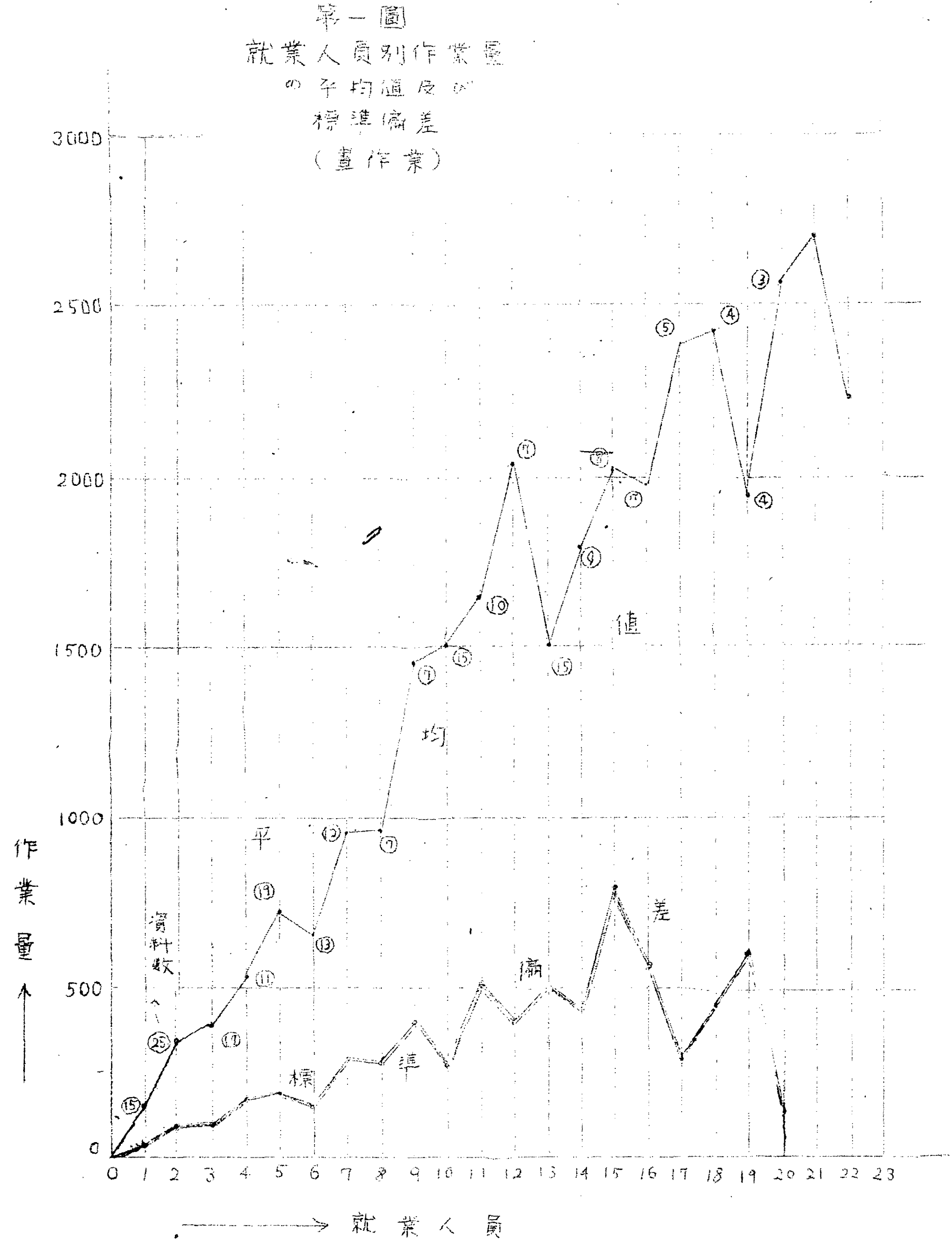
（第一表）　〇〇式普通〇〇（〇〇〇）

二番圧伸　竪プレス　（12月分）

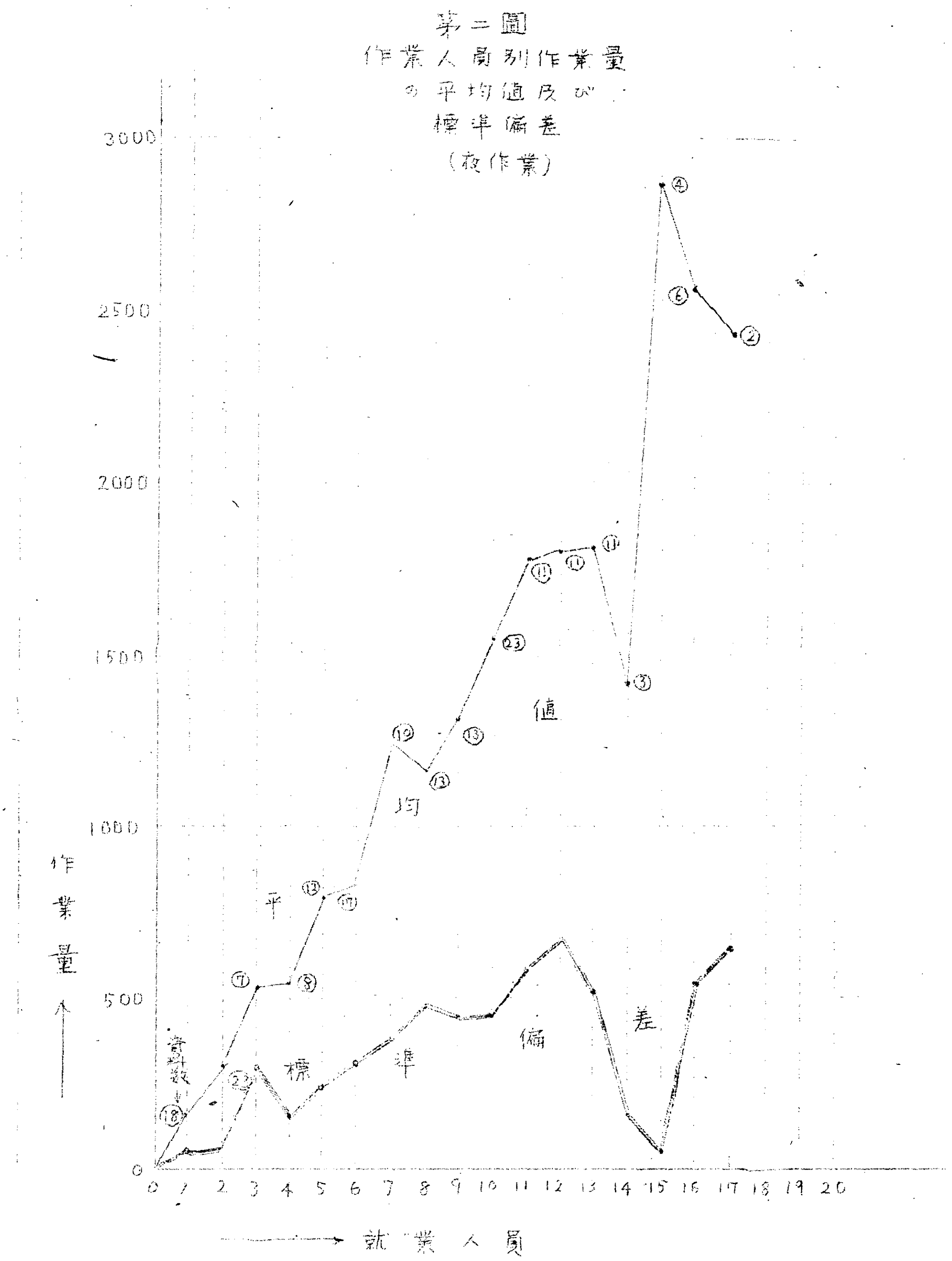
区分 日別	日勤ノ部 使用人員	使用機械	就業時間	作業量	摘要	区分 日別	夜勤ノ部 使用人員	使用機械	就業時間	作業量	摘要
1	7	12	70	1050		1	7	12	70	1450	
2	6	10	60	900		2	7	12	70	1390	
4	7	12	77	1200		3	5	8	55	520	
5	7	14	70	950		4	6	10	66	1100	
6	4	4	40	250		6	4	8	48	550	
7	7	4	84	1250		7	6	12	72	1050	
8	10	16	120	1270		8	7	12	84	1350	
9	7	14	70	1170		9	13	20	130	2100	
11	13	20	130	1800		11	7	12	70	1040	
12	12	20	100	1800		12	7	12	76	920	
13	10	12	100	1500		13	8	11	80	1800	
14	15	12	160	1800		14	9	13	99	1350	
15	13	12	130	1850		15	10	10	130	2600	
16	11	12	110	2050		16	11	11	121	2370	
18	11	20	110	2050		18	10	20	110	1200	
19	11	16	119	1020		19	10	20	110	1320	
20	4	8	40	850		20	10	30	120	580	
21	13	20	143	950		21	10	20	110	950	
22	10	18	100	774		23	10	20	110	850	
23	10	18	100	1400		25	9	18	99	1630	
24	9	18	90	1130		26	11	20	121	2030	
25	10	18	100	1060		27	9	16	99	382	
26	10	20	110	1250		28	13	20	156	1830	
27	10	20	110	1150		29	12	16	132	1030	
29	5	6	55	570		30	13	22	130	1140	

(第二表)　晝夜作業別就業人員別作業量の平均値及び標準偏差

晝作業 就業人員	資料数	平均作業量	標準偏差	夜作業 就業人員	資料数	平均作業量	標準偏差
1	15	147	54	1	18	178	72
2	25	336	103	2	23	296	74
3	17	387	113	3	7	528	298
4	11	539	160	4	3	341	175
5	19	724	187	5	12	785	239
6	13	666	158	6	17	916	203
7	12	960	305	7	10	1223	358
8	7	974	294	8	13	1156	465
9	7	1243	400	9	13	1312	434
10	15	1414	285	10	23	1547	436
11	10	1512	520	11	11	1772	585
12	7	2019	466	12	11	1800	665
13	15	1480	515	13	11	1809	522
14	9	1808	431	14	3	1383	187
15	8	2016	802	15	4	2880	53
16	7	1943	584	16	5	2578	337
17	5	2388	286	17	2	2450	636
18	4	2426	465	18			
19	4	1855	621	19	1	2300	
20	2	2667	153				
21	1	2700					
22	2	2228	117				
23	5	2437	944				
24	2	2780	594				
25	2	2810	212				
26	1	1530					
27	1	1700					
28	3	2860	334				


第一圖
就業人員別作業量
の平均値及び
標準偏差
（畫作業）
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
作業量
資料数へ
平均値
標準偏差
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
就業人員

325



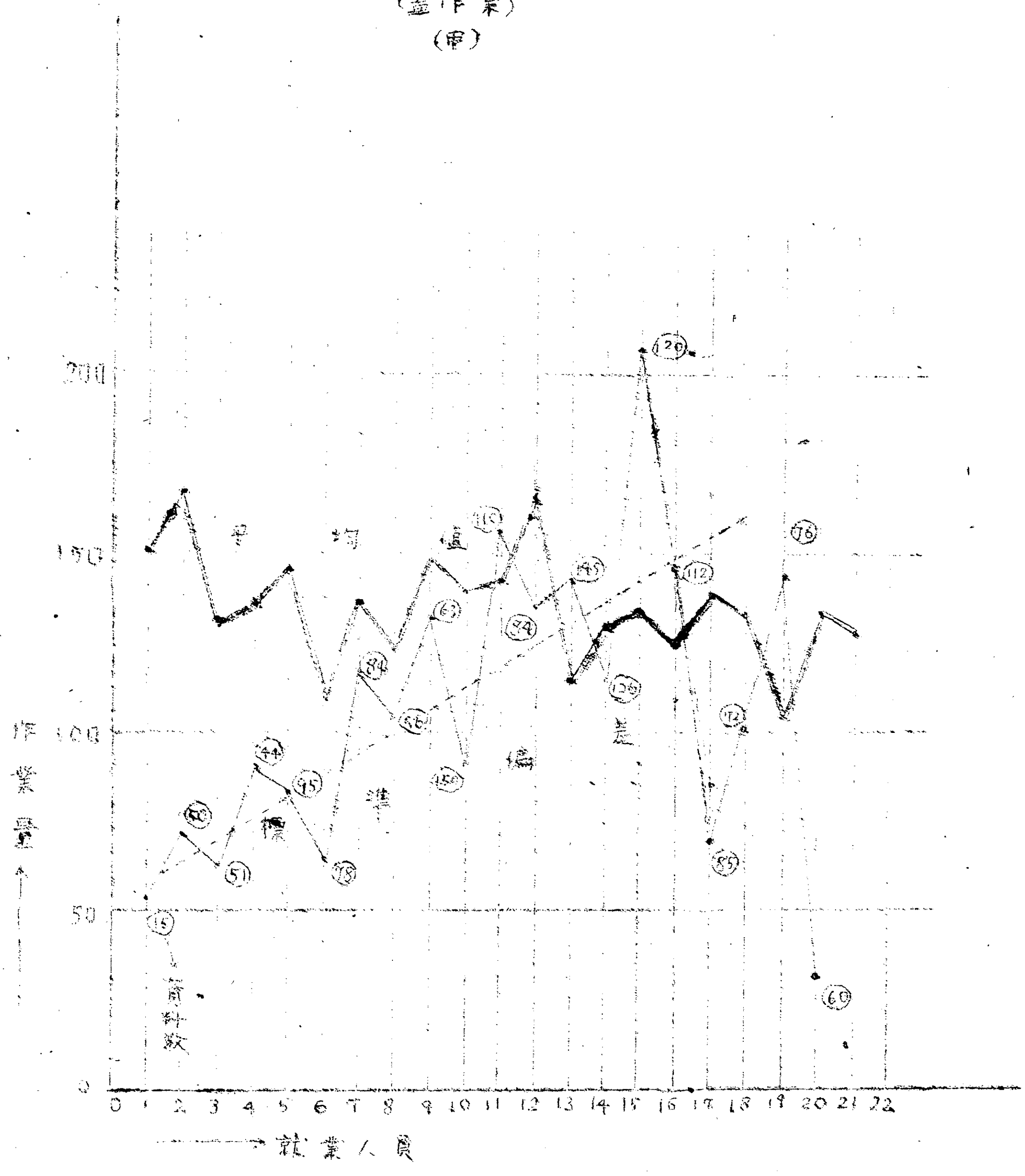
第二圖
作業人員別作業量
の平均値及び
標準偏差
(夜作業)
3000
2500
2000
1500
1000
500
0
作業量
資料数
平均値
標準偏差
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
就業人員

(第三表)　就業人員別推定単位作業量及ビ推定標準偏差　(甲)

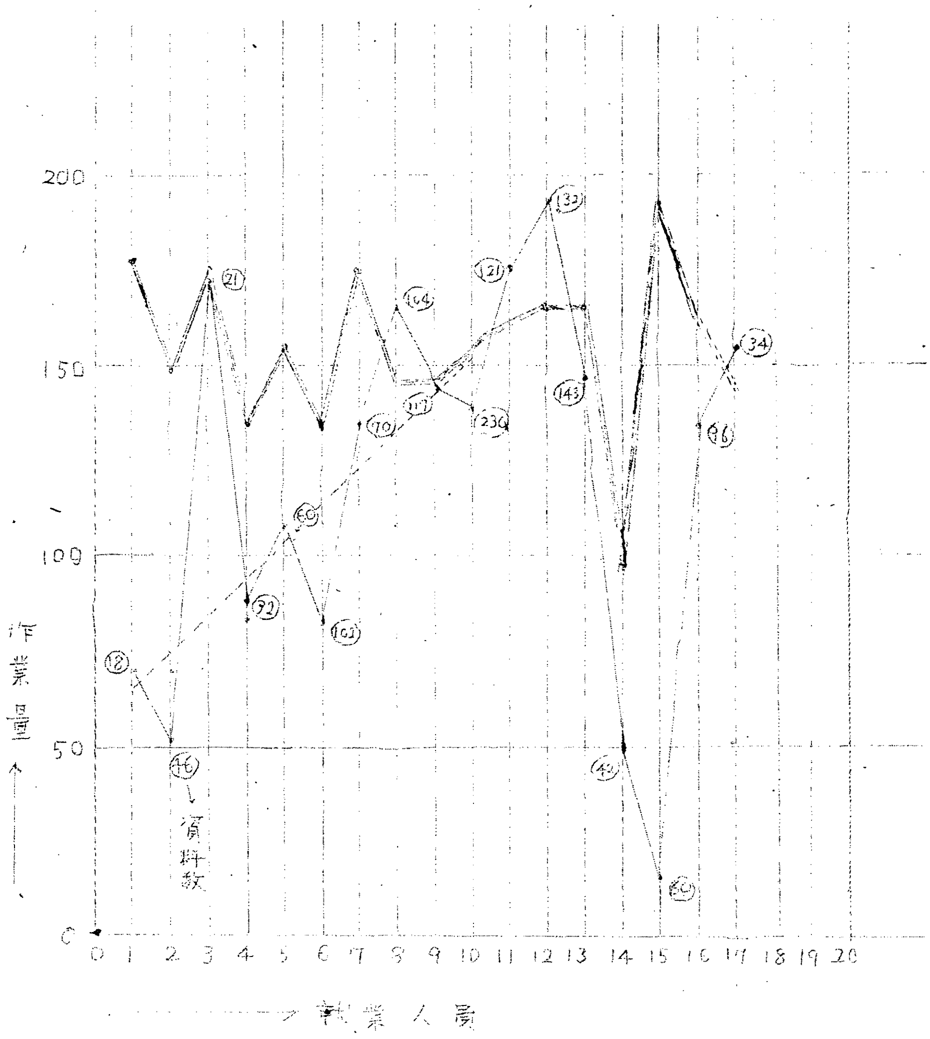
晝作業			
就業人員	資料数	一人当リ作業量	標準偏差
1	15	147	54
2	50	168	73
3	51	129	65
4	44	135	90
5	95	145	54
6	78	110	65
7	84	137	114
8	56	122	104
9	63	149	133
10	150	141	90
11	110	143	157
12	84	188	135
13	175	114	143
14	126	129	115
15	120	134	207
16	112	124	146
17	85	140	70
18	72	135	110
19	76	103	143
20	60	133	34
21	21	129	
22	44	101	45
23	115	106	175
24	48	116	117
25	50	114	43
26	26	59	
27	27	63	
28	84	102	63
(K)	(n_K)	$(\bar{x}_K^{(1)})$	$(S_K^{(1)})$

夜作業			
就業人員	資料数	一人当リ作業量	標準偏差
1	18	178	70
2	46	148	52
3	21	176	172
4	32	135	88
5	60	157	167
6	102	136	82
7	70	175	135
8	104	145	165
9	117	143	145
10	230	155	138
11	121	161	176
12	132	184	182
13	143	164	147
14	42	97	50
15	60	192	16
16	76	161	134
17	34	144	155
18			
19	19	121	
(K)	(n_K)	$(\bar{x}_K^{(2)})$	$(S_K^{(2)})$

第三圖
單位作業量及びその標準偏差
(畫作業)
(甲)



第四圖
單位作業量及びその標準偏差
(夜作業)
(甲)

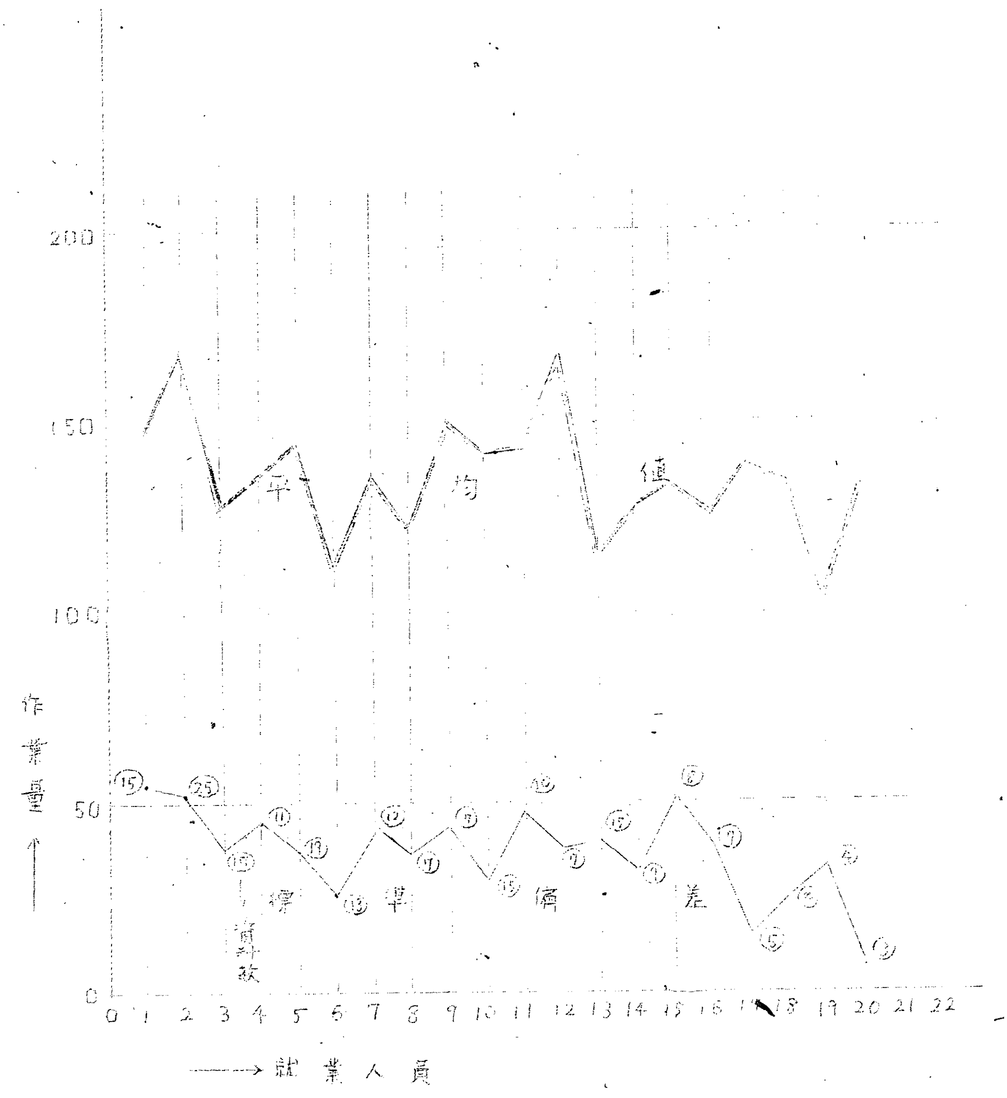


(第四表) 就業人員別推定單位作業量
及び推定標準偏差(乙)

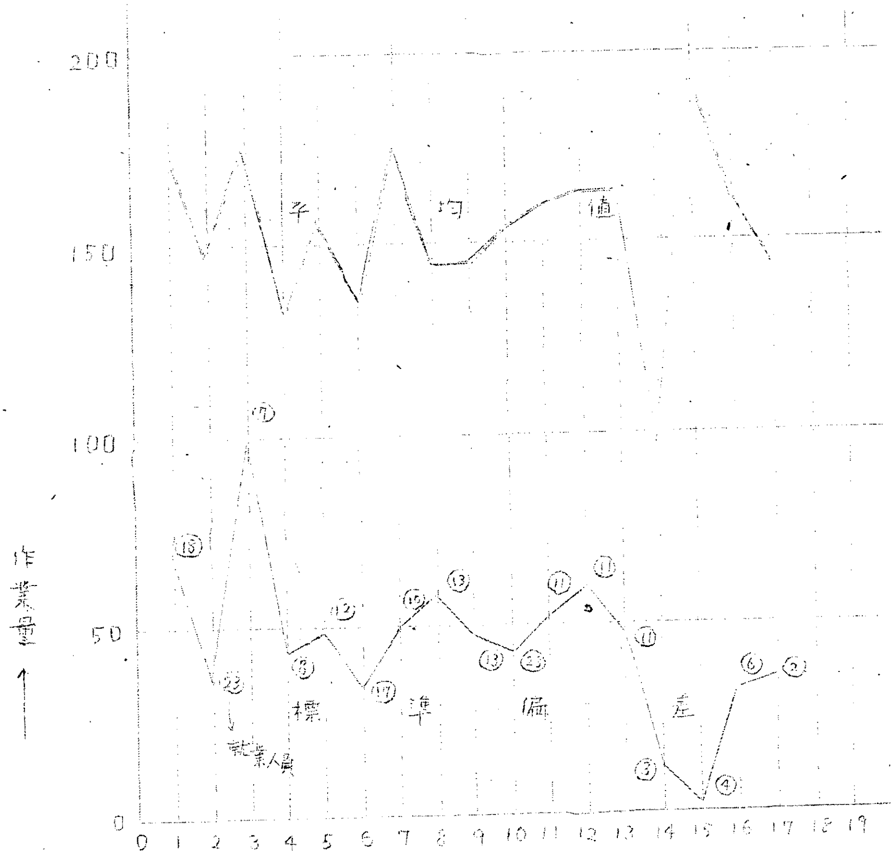
晝作業			
就業人員	資料數	一人平均作業量	標準偏差
1	15	147	54
2	25	168	52
3	17	129	38
4	11	135	45
5	19	145	37
6	13	110	26
7	12	137	44
8	7	122	37
9	7	149	44
10	15	141	29
11	10	143	47
12	7	168	39
13	15	114	40
14	9	129	31
15	8	134	53
16	7	124	37
17	5	140	17
18	4	135	26
19	4	103	33
20	3	133	8
21	1	129	
22	2	101	5
23	5	106	41
24	2	116	24
25	2	114	8
26	1	59	
27	1	63	
28	3	102	12
(K)	(n_K)	($\bar{x}_K^{(1)}$)	($S_{\bar{x}_K}^{(1)}$)

夜作業			
就業人員	資料數	一人平均作業量	標準偏差
1	18	178	70
2	23	148	37
3	7	176	99
4	8	135	44
5	12	157	48
6	17	136	34
7	10	175	51
8	13	145	58
9	13	146	48
10	23	155	44
11	11	161	63
12	11	164	60
13	11	164	48
14	3	97	13
15	4	192	4
16	6	161	34
17	2	144	37
18			
19	1	121	
(K)	(n_K)	($\bar{x}_K^{(2)}$)	($S_{\bar{x}_K}^{(2)}$)

第五圖
單位作業量及びその標準偏差
(畫作業)
(乙)



第六圖
單位作業量及びその標準偏差
(夜作業)
(乙)



——→ 就 業 人 員

（第五表）　単位作業量の
信頼上限及び信頼下限
（信頼度 0.90）

（晝作業）									
就業人員	n 資料数	$\frac{1}{\sqrt{n}}$	t(0.10)	$\frac{t}{\sqrt{n}}S$	上限	下限	平均就業人員	平均単位作業量	S
1	15	0.258	1.75	24	171	123	1	147	54
2	25	0.200	1.71	18	186	150	2	168	52
3	17	0.243	1.74	16	145	113	3	129	38
4	11	0.302	1.80	24	159	111	4	135	45
5	19	0.229	1.73	15	160	130	5	145	37
6	13	0.277	1.77	13	123	97	6	110	26
7	12	0.289	1.78	23	160	114	7	137	44
8	7	0.378	1.90	27	149	95	8	122	37
9	7	0.378	1.90	32	181	117	9	149	44
10	15	0.258	1.75	13	154	128	10	141	27
11	10	0.316	1.81	27	170	116	11	143	47
12	7	0.378	1.90	28	196	140	12	168	37
13	15	0.258	1.75	15	132	96	13	114	40
14	9	0.333	1.83	19	148	110	14	129	31
15	8	0.354	1.86	35	169	99	15	134	53
16	7	0.378	1.90	27	151	97	16	124	37
17	5	0.447	2.02	15	155	125	17	140	17
18〜20	11	0.302	1.80	15	138	108	18.9	123	28
21〜23	8	0.354	1.86	21	129	87	22.5	108	32
24〜28	9	0.333	1.83	15	114	84	26.0	99	24

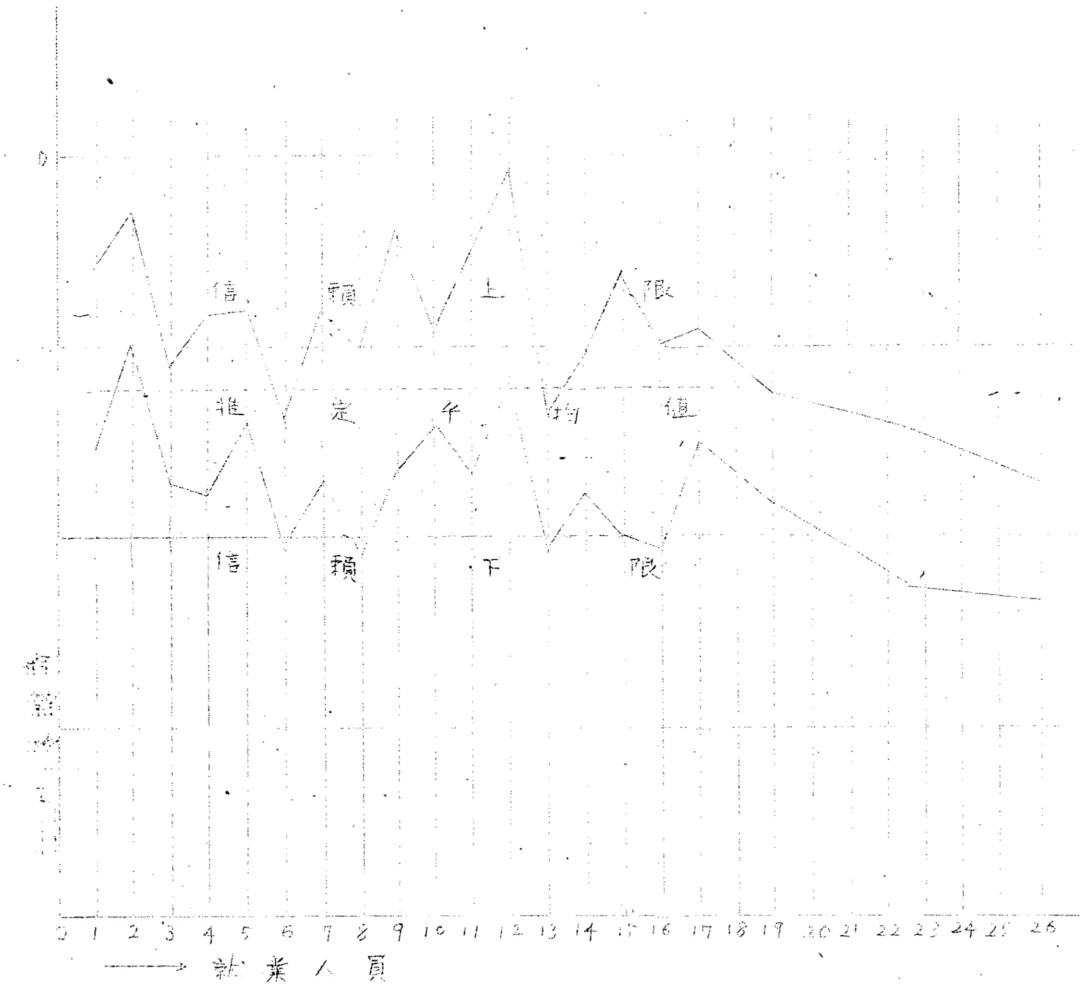
（第六表）

単位作業量の信頼上限及び信頼下限（信頼度 0.90）

（夜作業）

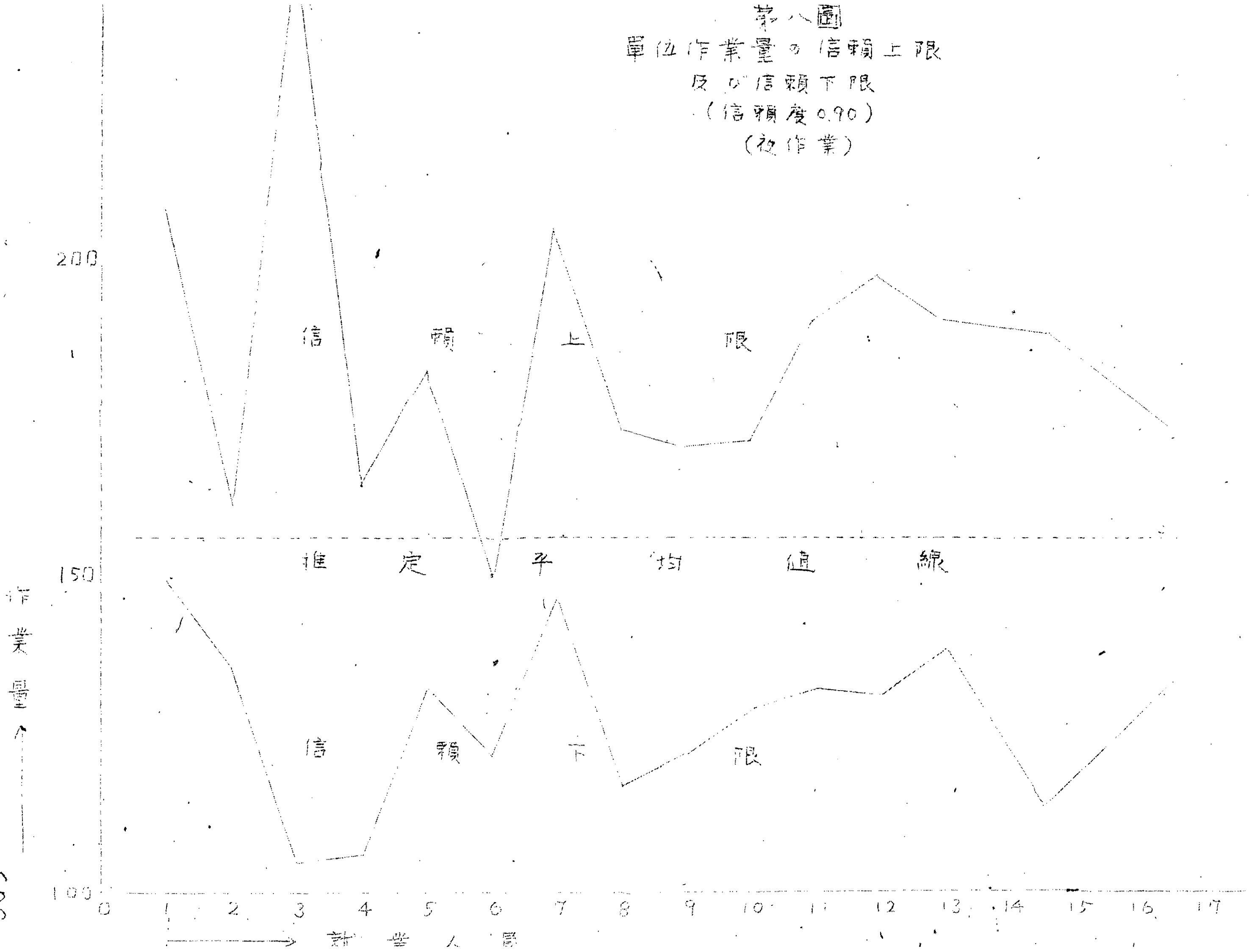
就業人員	n 資料数	$\frac{1}{\sqrt{n}}$	$t(0.10)$	$\frac{t}{\sqrt{n}}S$	上限	下限	平均就業人員	平均単位作業量	S
1	18	0.236	1.73	29	207	149	1	178	70
2	23	0.209	1.71	13	161	135	2	148	37
3	7	0.378	1.90	71	247	105	3	176	99
4	8	0.354	1.86	27	164	116	4	135	44
5	12	0.289	1.78	25	182	132	5	157	48
6	17	0.243	1.74	14	150	122	6	136	34
7	10	0.316	1.81	29	204	146	7	175	51
8	13	0.277	1.77	28	173	117	8	145	58
9	13	0.277	1.77	24	170	122	9	146	48
10	23	0.209	1.71	16	171	139	10	155	44
11	11	0.302	1.80	29	190	132	11	161	53
12	11	0.302	1.80	33	197	131	12	164	60
13	11	0.302	1.80	26	190	138	13	164	48
14~15	7	0.378	1.90	37	188	114	14.6	151	51
16~19	9	0.333	1.83	20	173	133	16.6	153	33

第七圖
單位作業量の信頼上限
及び信頼下限
(信頼度 0.90)
(書作業)

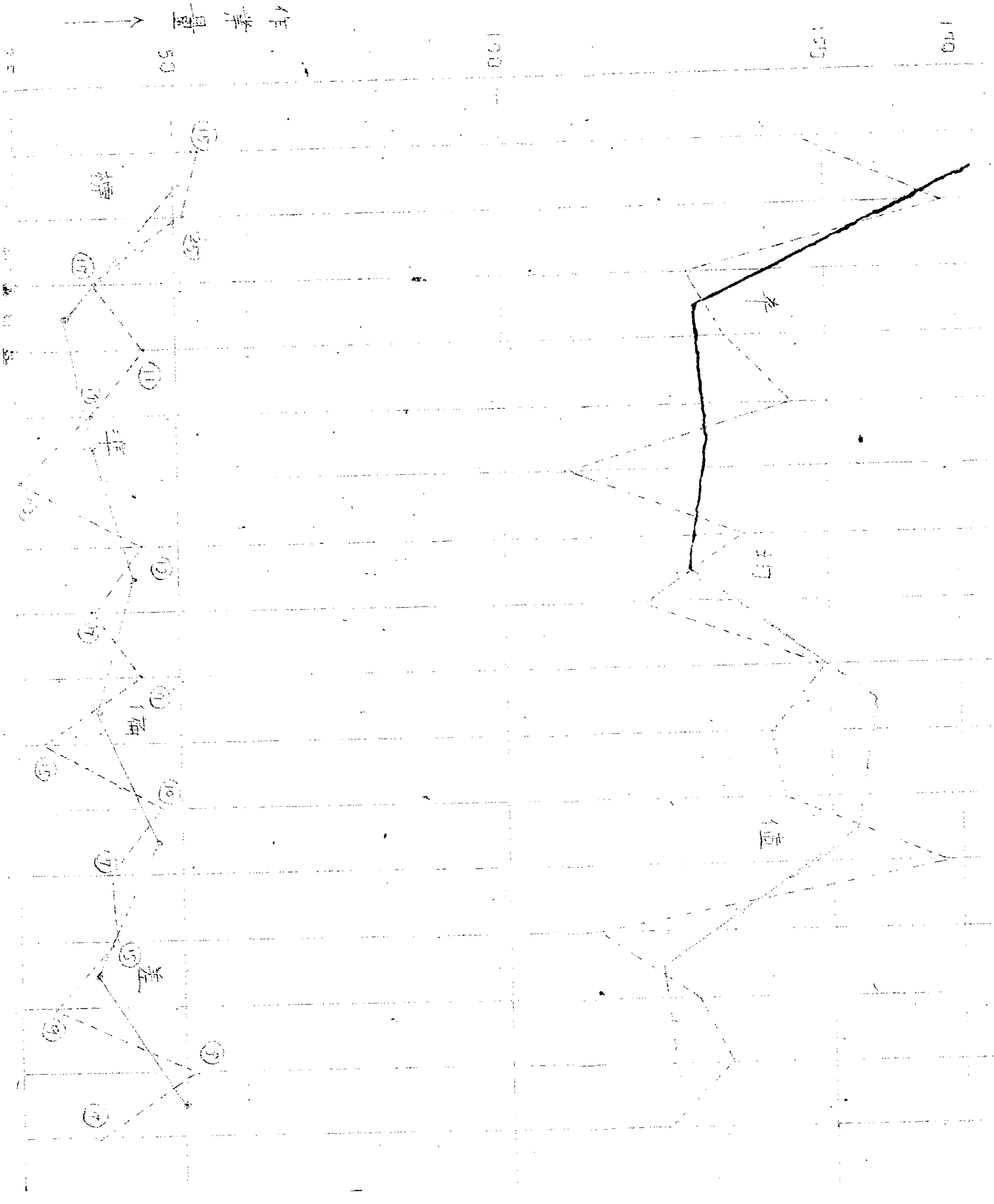


335

第八圖
單位作業量の信頼上限
及び信頼下限
（信頼度0.90）
（夜作業）



第九圖ノ一
Neymanの L 検定法 (K-sample)
補助圖
(畫作業)



第九圖の二

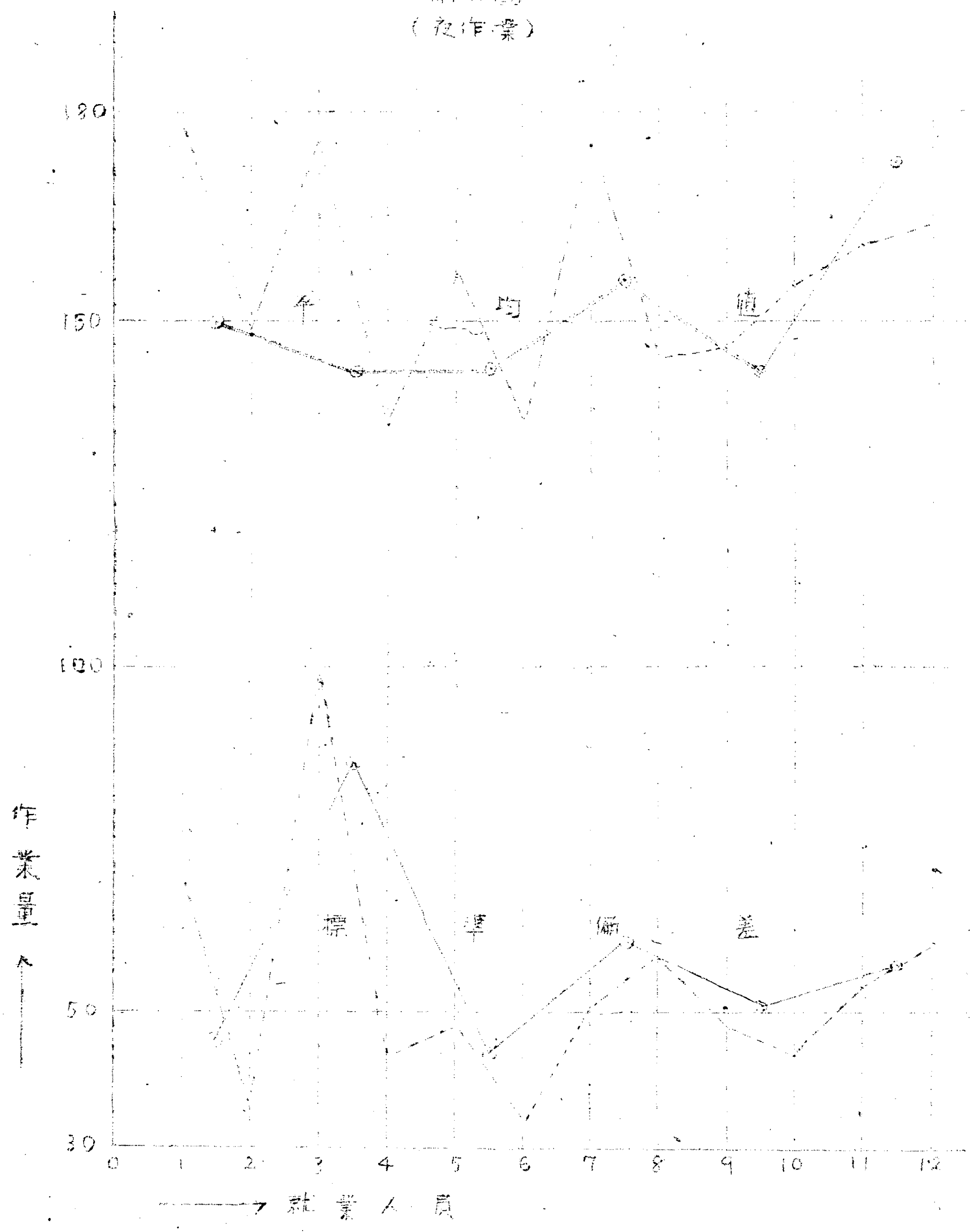
$$\begin{cases} L_1 = 0.957 \\ L_2 = 0.869 \\ L = 0.831 \end{cases} \qquad \begin{matrix} k = 8 \\ n = 10 \end{matrix}$$

$$\begin{cases} \chi_1^2 = -kn \log_e L_1 = 3.52 & \text{自由度 } 8-1=7 \\ \chi_2^2 = -kn \log_e L_2 = 11.22 & \text{自由度 } 8-1=7 \\ \chi^2 = -kn \log_e L = 14.82, & \text{自由度 } 8 \times 2 - 1 = 15 \end{cases}$$

$$\begin{cases} 0.8 < Pr(\chi_1^2 \geqq 3.52) < 0.9 \\ 0.1 < Pr(\chi_2^2 \geqq 11.22) < 0.2 \\ 0.3 < Pr(\chi^2 \geqq 14.82) < 0.4 \end{cases}$$

〔注意〕 実線は新分類法に基いて抽出した資料より計算した数値、破線はもとの資料より計算した数値。
L検定法は此の新分類法に依る数字に就て行つた。

第十圖の一
Neyman の L 検定法 (K-sample)
補助圖
(夜作業)



第十圖の二

$$\begin{cases} L_1 = 0.894 \\ L_2 = 0.970 \\ L = 0.868 \end{cases} \qquad \begin{aligned} k &= 6 \\ n &= 10 \end{aligned}$$

$$\begin{cases} \chi_1^2 = -Kn \log_e L_1 = 6.72 & \text{自由度 } 6-1=5 \\ \chi_2^2 = -Kn \log_e L_2 = 1.83 & \text{自由度 } 6-1=5 \\ \chi^2 = -Kn \log_e L = 8.49, & \text{自由度 } 6\times 2-1=11 \end{cases}$$

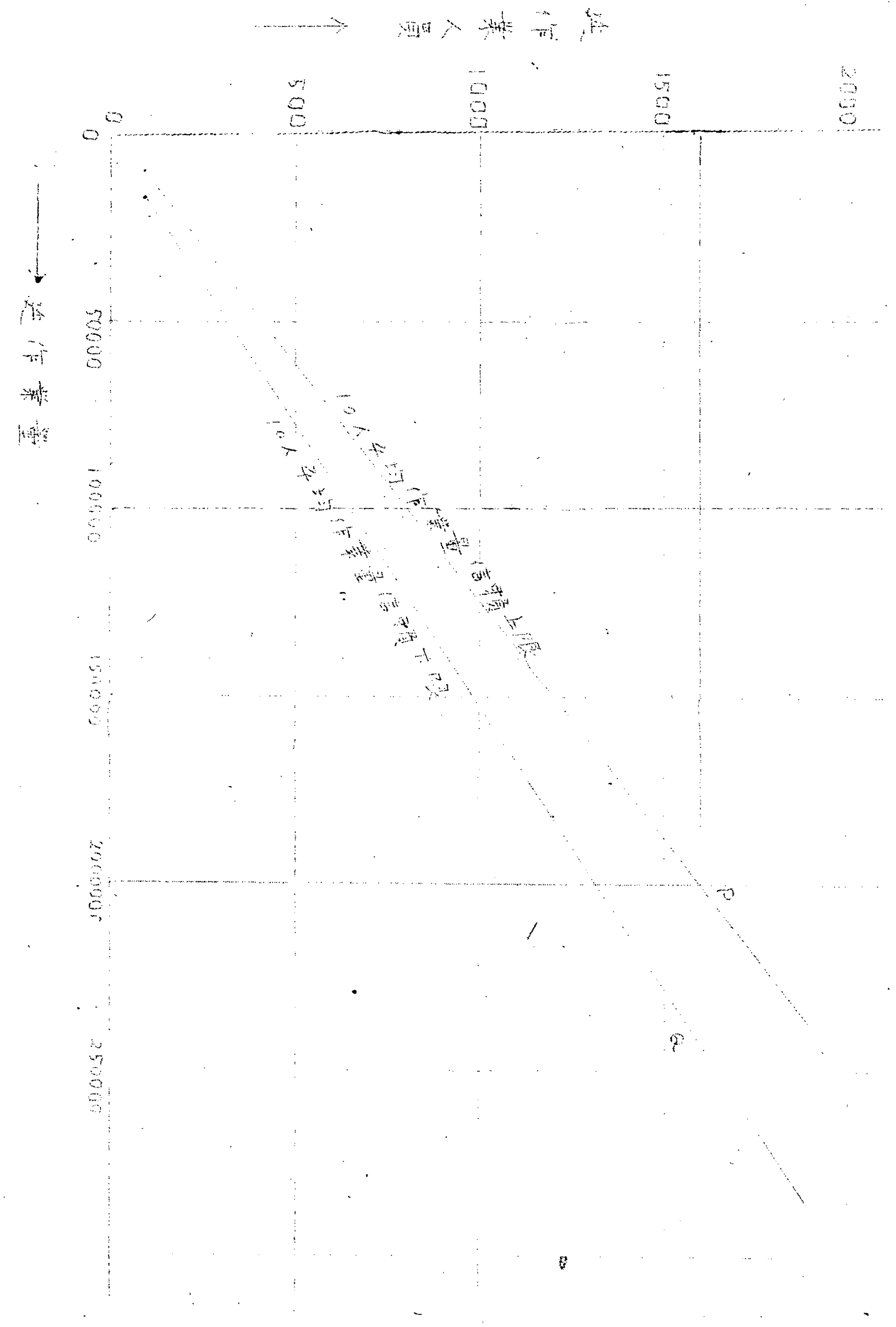
$$\begin{cases} 0.2 < Pr(\chi_1^2 \geqq 6.72) < 0.3 \\ 0.8 < Pr(\chi_2^2 \geqq 1.83) < 0.9 \\ 0.5 < Pr(\chi^2 \geqq 8.49) < 0.6 \end{cases}$$

〔注意〕 実線は新分類法に基いて抽出した資料より計算した数値、破線はもとの資料より計算した数値、L検定法は此の新分類法に依る数字に就て行った。

第十一圖

準備数量表（信頼度95%）

（畫作業）



371

第十四圖
準備數量表（信賴度95%）
（改作業）