東海女子大学紀要，17，1997

サンプル数の諸問題

川島　大司

はじめに

「心理学の研究では統計処理の結果が妥当と見なされるにはどれだけのサンプル数が必要か」という極めて初歩的な疑念を抱いて「サンプル数の諸問題」という表題のもとに研究を行った。

最初は質問紙法人格検査を用いて、もとの標本集団からサンプルを抽出して、抽出したサンプル数がどれくらいでもとの標本集団に類似するかを検討した。検討する手段として、度数分布の累積比率、標本平均の分布、標本分散の分布、因子分析における因子負荷量、二乗和、寄与率、累積%等の値を用いた。

ついでサイコロと抽選器を用いて、サンプル数を試行回数に置き換え、どれくらいの試行を行えば実測値が理論値（サイコロ抽選器共に期待値は6分の1）に近づいていくのか、また、どのような過程で近づいていくのかを検討した。

Ⅰ．質問紙法人格検査の場合

1．目的

質問紙法人格検査を用いて、標本のサンプル数をどれくらいにすれば、抽出した標本の分布がもとの標本分布に類似するかを検討する。また、同様に因子分析の因子負荷量、二乗和、寄与率、累積%等の値が、標本のサンプル数の違いでどのようなばらつきを示すかを検討する。

2．方法

2.1　被験者

女子大学生　460名

2.2　人格検査

M－Gテスト（本明・ギルフォード性格検査）

2.3　身長

各人の身長を整数値で申告してもらった。

3．結果と考察

3.1　人格検査の採点

採点手続きに従って採点し、各特性項目（13項目：表Ⅰ.2-1参照）の得点（0点～12点）を得た。この得点を各サンプルのデータとした。なお、虚構尺度の高い得点のサンプルは取り除いた。

表Ⅰ．2－1　M-Gテストの特性項目

特性項目		特性項目		特性項目	
活発さ	G	指導性	A	社交性	S
協調性	Co	攻撃性	Ag	判断力	O
気楽さ	R	思考性	T	神経質傾向	N
抑うつ性	D	劣等感情	I	情緒の安定	C
虚構尺度	L				

3.2　群構成

3.2.1　もとの標本集団

もとの標本集団を460名とした。

3.2.2　抽出サンプルによる群構成

30名、50名、100名の3種類のサイズの群を標本集団から無作為で20個抽出し

た。ただし、各群間にはサンプルの重複があった。

3.3 各群の度数分布の累積比率、標本の平均の分布、標本の分散の分布

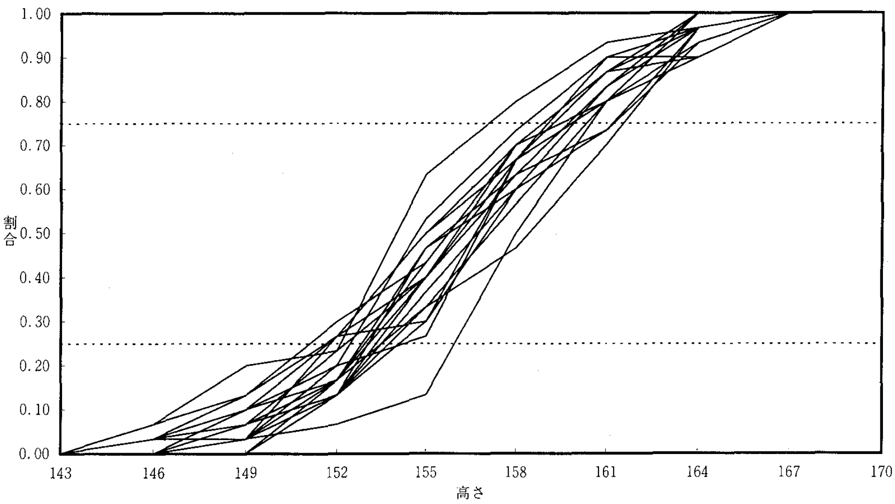
本稿では身長と12の特性項目のうち活発さ（G）をとりあげた。（これは他の特性項目も同様の分布を示していたためである。）

3.3.1 身長について

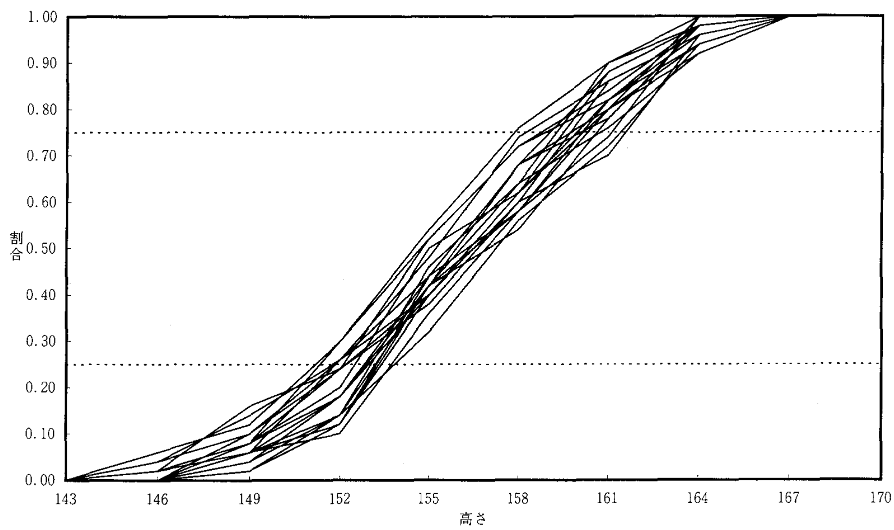
図Ⅰ．3-1-1～3は、サンプル数が30名群、50名群、100名群の度数分布の累積比率曲線である。

図Ⅰ．3-2-1～3は、各群の平均の分布を示したものである。

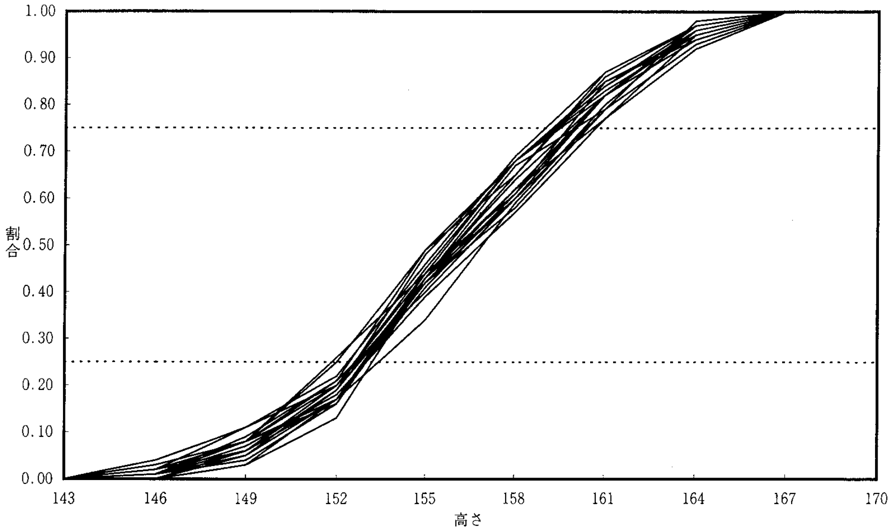
図Ⅰ．3-3-1～3は、各群の分散の分布を示したものである。



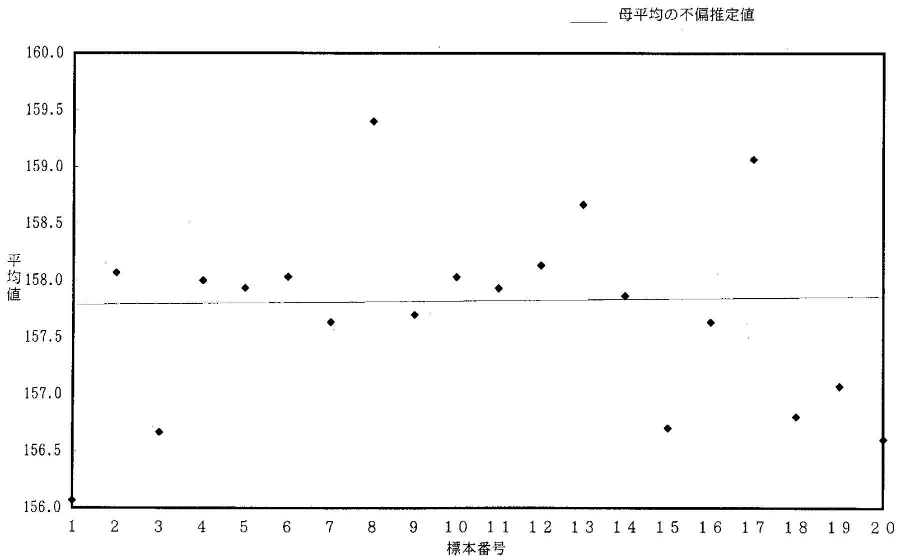
図Ⅰ．3-1-1　30名群の累積比率（身長）



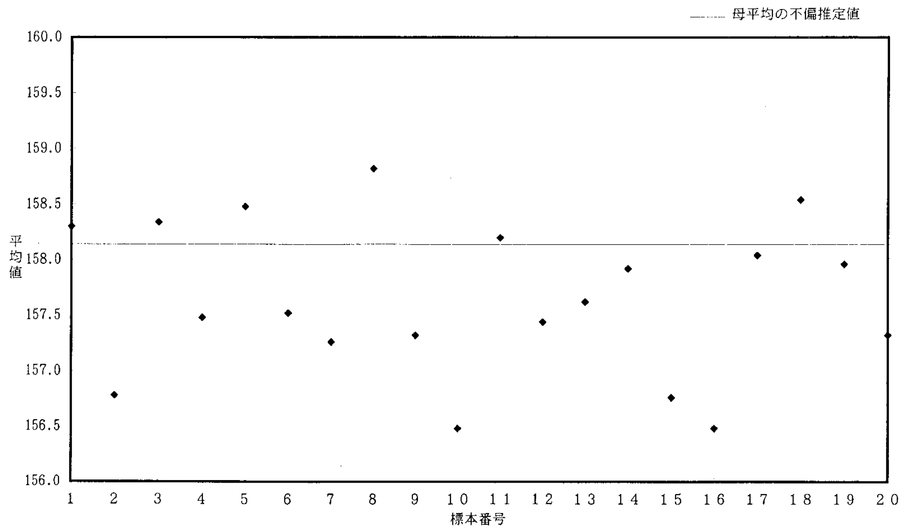
図Ⅰ．3-1-2　50名群の累積比率（身長）



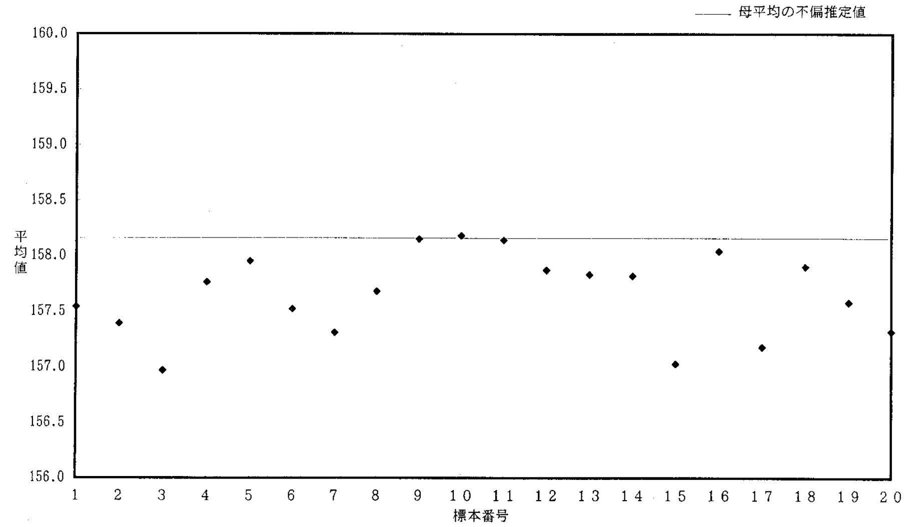
図Ⅰ. 3-1-3 100名群の累積比率（身長）



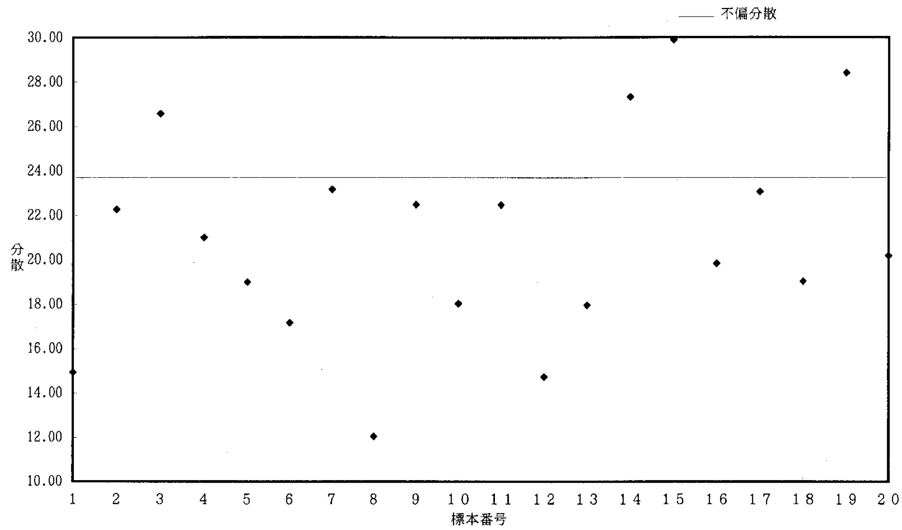
図Ⅰ. 3-2-1 30名群の平均値の分布（身長）



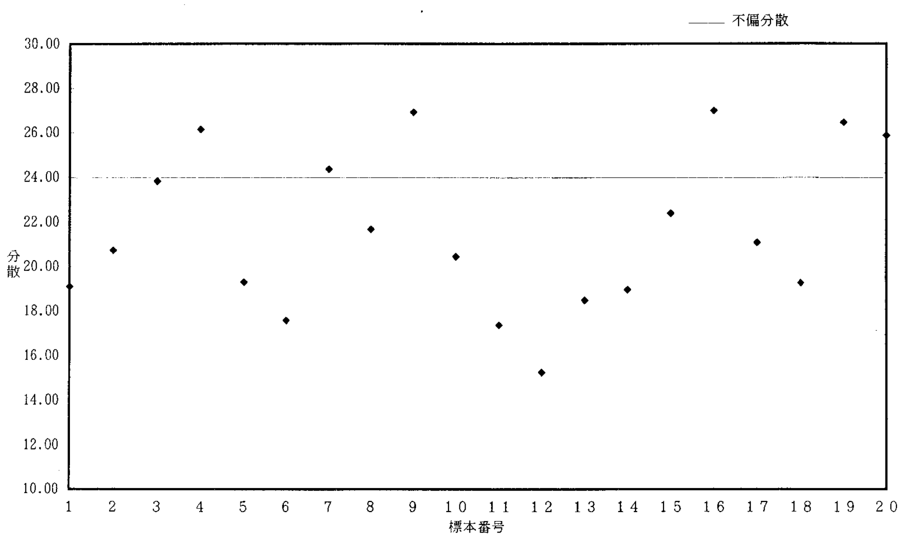
図Ⅰ. 3-2-2 50名群の平均値の分布（身長）



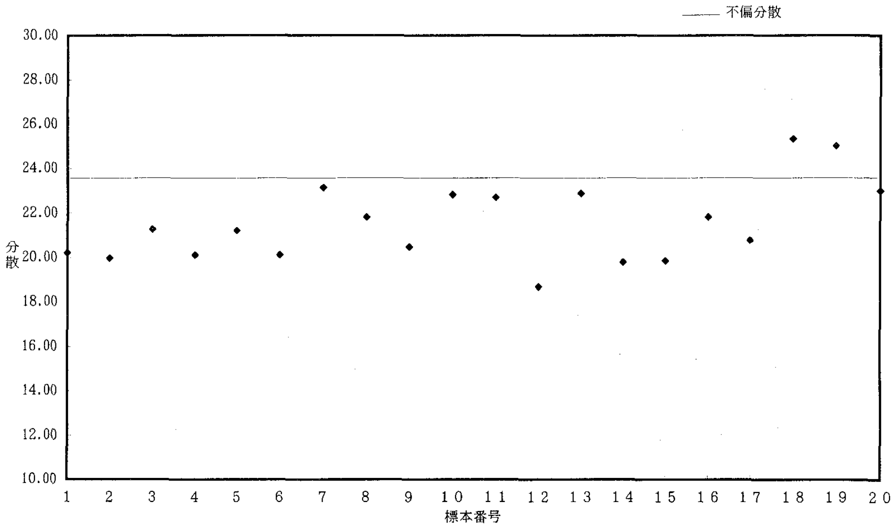
図Ⅰ．3-2-3　100名群の平均値の分布（身長）



図Ⅰ．3-3-1　30名群の分散の分布（身長）



図Ⅰ．3-3-2　50名群の分散の分布（身長）



図Ⅰ．3-3-3　100名群の分散の分布（身長）

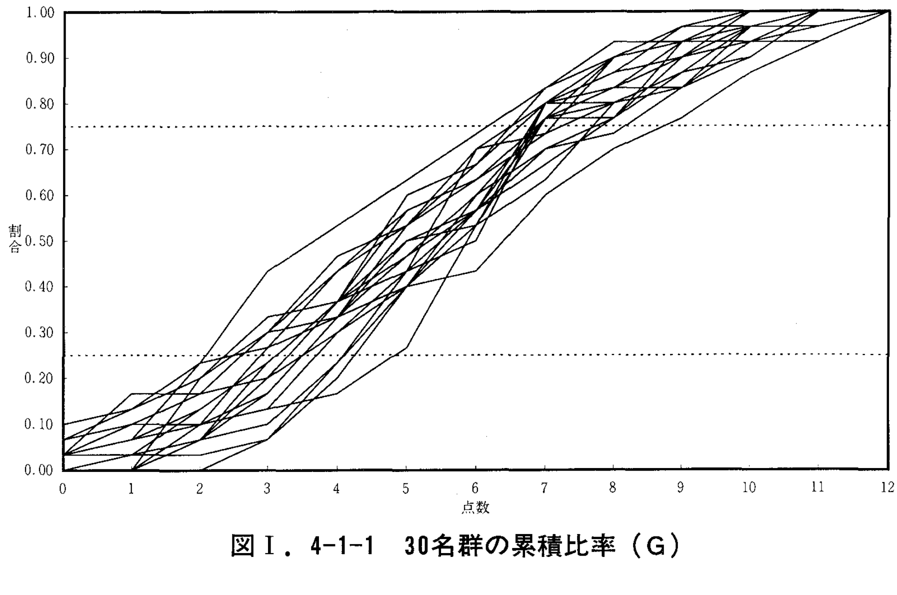
30名群が３群の中で一番ばらつきが大きいことがわかる。50名群は30名群よりばらつきは小さい。100名群については非常に小さいことがわかる。

3.3.2　人格検査特性項目Gについて

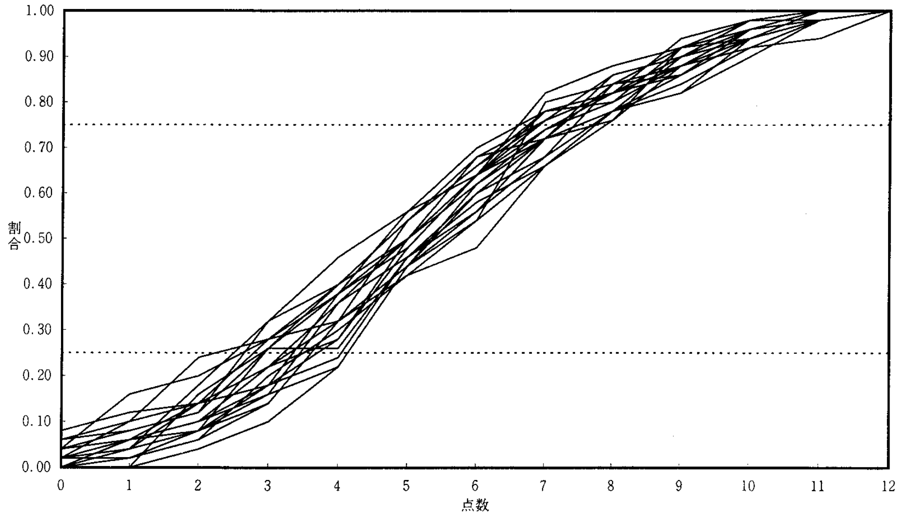
図Ⅰ．4-1-1～3は、サンプル数が30名群、50名群、100名群の度数分布の累積比率曲線である。

図Ⅰ．4-2-1～3は、各群の平均の分布を示したものである。

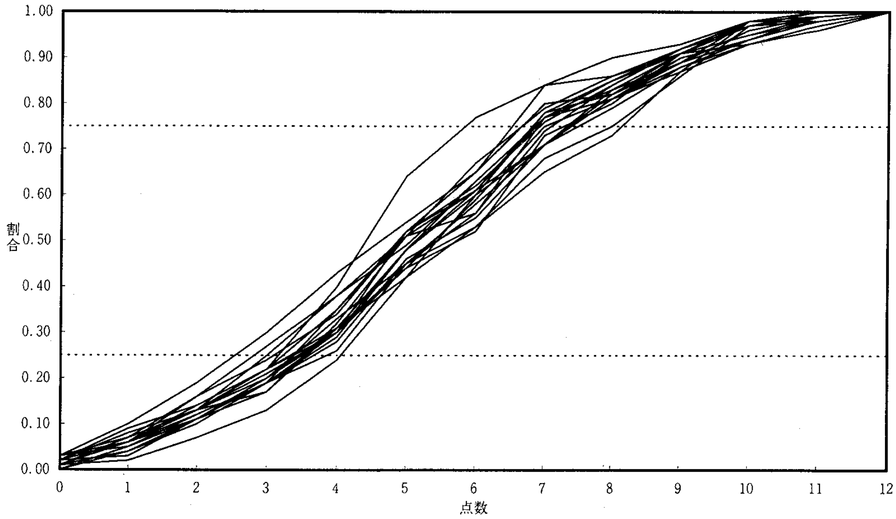
図Ⅰ．4-3-1～3は、各群の分散の分布を示したものである。



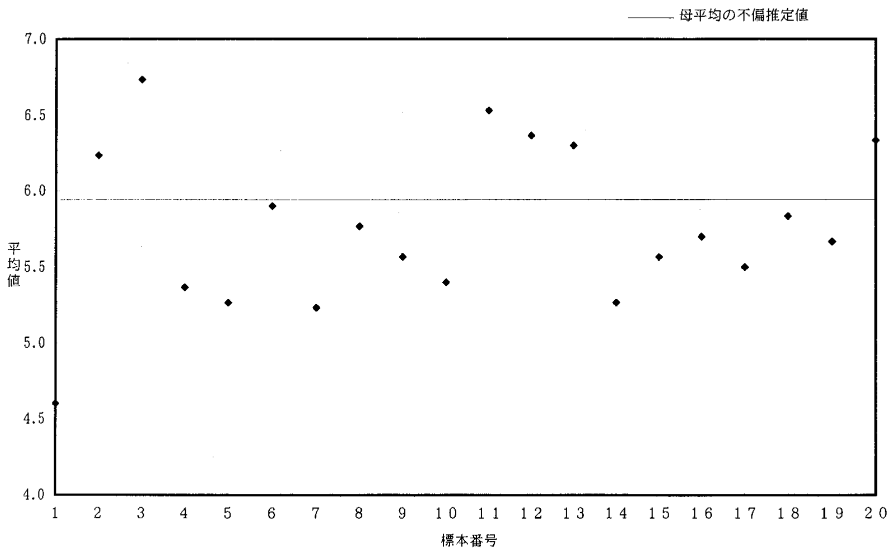
図Ⅰ．4-1-1　30名群の累積比率（G）



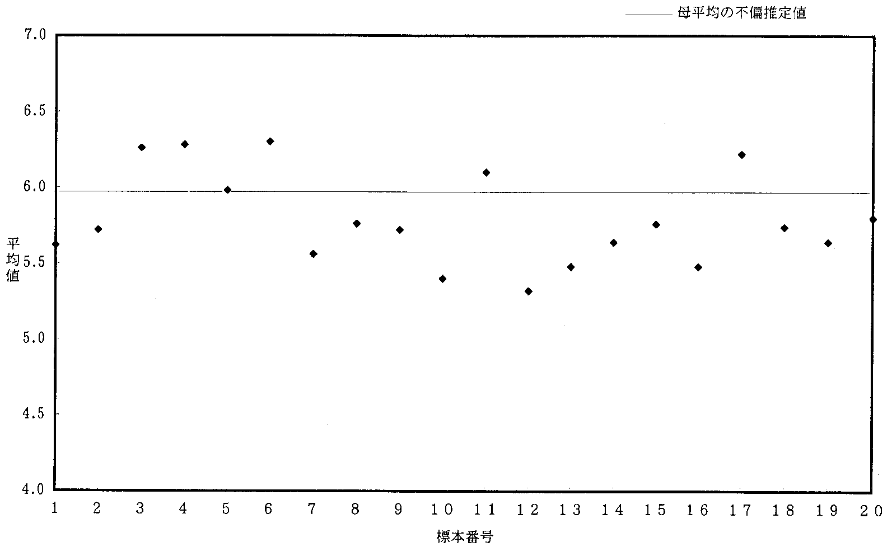
図Ⅰ．4-1-2　50名群の累積比率（G）



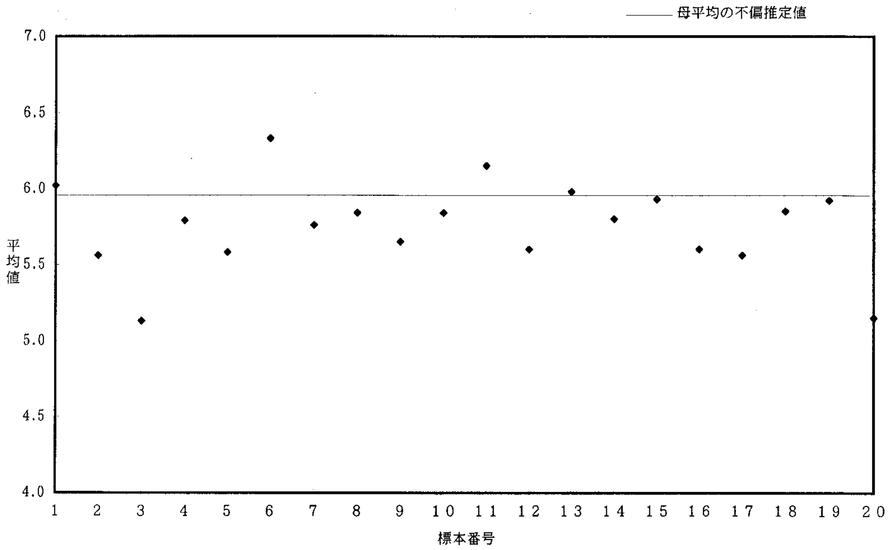
図Ⅰ．4-1-3　100名群の累積比率（G）



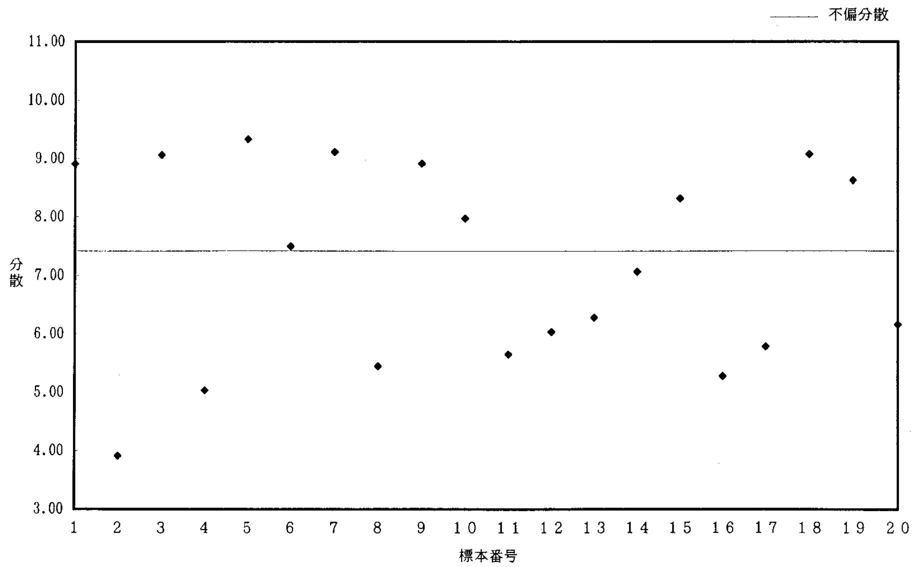
図Ⅰ．4-2-1　30名群の平均値の分布（G）



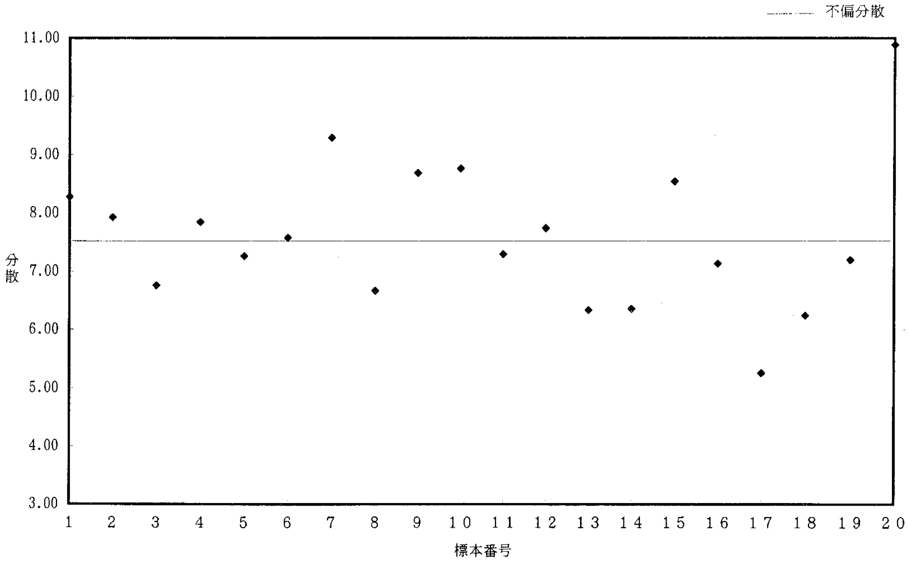
図Ⅰ．4-2-2　50名群の平均値の分布（G）



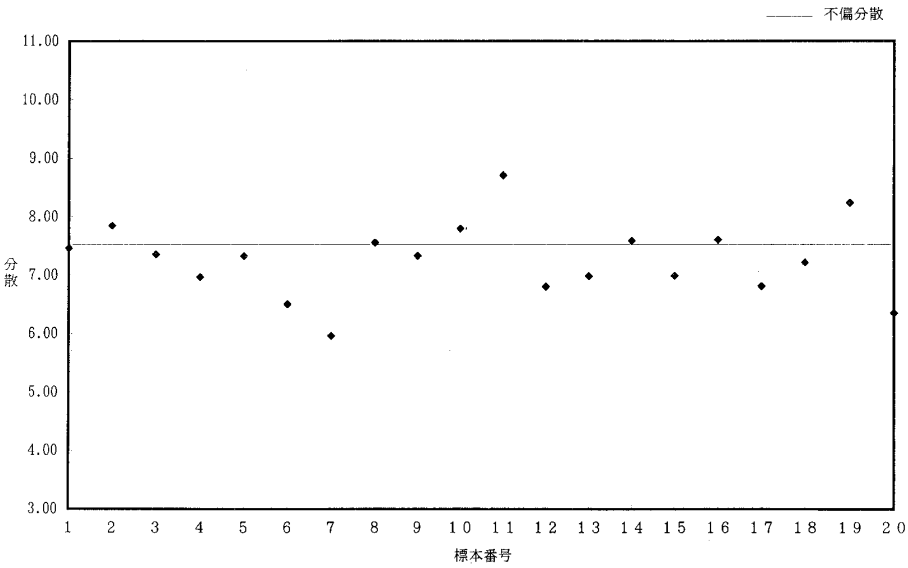
図Ⅰ．4-2-3　100名群の平均値の分布（G）



図Ⅰ．4-3-1　30名群の分散の分布（G）



図Ⅰ．4-3-2　50名群の分散の分布（G）



図Ⅰ．4-3-3　100名群の分散の分布（G）

30名群の場合では、20個の分布はかなりのばらつきがあり、まとまった分布にはなっていない。50名群の場合では、30名群の場合ほどばらついてはいないが、少しばらつきは認められる。100名群の場合では、ばらつきは少なく、もとの標本集団の分布と類似したものとなっている。

平均、分散の分布では度数分布の累積比率と同様なことが言えるが、50名群については度数分布の累積比率の場合よりもばらつきが大きくなっている。

度数分布の累積比率の比較と、分散の分布の比較から、もとの標本集団から50以上のサンプル数を抽出すれば、もとの標本集団の分布に類似したものになり、ばらつきもほとんどなくなることがわかる。

3.4　因子分析

3.4.1　もとの標本集団

460名の１群について因子分析を行った。

3.4.2　抽出サンプルによる群構成

30名群、50名群、100名群の３種類で、もとの標本集団から無作為で各４群ずつを抽出し、因子分析を行った。ただし、各同一サンプル数の４群間にはサンプルの重なりはなくしたが、３種類の群間で

はサンプルの重なりはあった。

3.4.3　因子分析方法

因子の数：6

回転：バリマックス法

因子負荷量、二乗和、寄与率、累積%の値は回転後のものとした。

3.4.4　因子分析の結果

バリマックス回転後の因子負荷量、二乗和、寄与率、累積%の値を、第Ⅰ因子は表Ⅰ．3-1-1、第Ⅱ因子は表Ⅰ．3-1-2、第Ⅲ因子は表Ⅰ．3-1-3、第Ⅳ因子は表Ⅰ．3-1-4に示した。

表Ⅰ．3-1-1　バリマックス回転後：因子負荷量
第Ⅰ因子

標　本	N=460	N=100				N=50				N=30			
群	全	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
G	768	743	822	767	625			645	346	632	789	817	829
A	769	785	812	801	689			802	366	540	825	822	610
S	725	698	652	773	731			594		788	634	643	827
Co	319						−687						338
Ag						−751	782					407	
O	325	333		375		533	−616		515				
R	357	578		474	325			562					
T													
N	−470	−303		−394		−378	515	−462	−584				
D	−672	−462	−403	−534	−445	−437	428	−590	−539				−510
I		−714	−650	−668	−699			−773		−842		−495	−728
C						854	−562		739				
二乗和	2.819	2.964	2.629	3.191	2.369	2.101	2.382	3.034	1.180	2.217	1.963	2.436	2.837
寄与率	23.5	24.7	21.9	26.6	19.7	17.5	19.9	25.3	15.1	18.5	16.4	20.3	23.6
累積%	23.5	24.7	21.9	26.6	19.7	17.5	19.9	25.3	15.1	18.5	16.4	20.3	23.6

小数点省略、数値>=｜.300｜

表Ⅰ．3-1-2　バリマックス回転後：因子負荷量
第Ⅱ因子

標　本	N=460	N=100				N=50				N=30			
群	全	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
G						318	806		420	313			304
A					−331	657	698		406				329
S						721	662	−418	693			−465	
Co	−527		−307	−345				−600	312		−328		750
Ag	704	720	538	665				493			485		−466
O	−598	−336	−574		−385		329	−706	392	323		−534	618
R							352			644		−819	
T										−749			
N	655	460	705	449	664	−316		459		−367	582	520	−325
D	462	436	437		529			342	−306	−504	336	708	
I		326				−684	−313		−373			334	
C	−688	−699	−733	−755	−740						−760	−428	
二乗和	2.406	1.762	2.078	1.565	1.704	1.929	2.086	1.738	1.360	1.706	1.484	2.366	1.583
寄与率	20.1	14.7	17.3	13.0	14.2	16.1	17.4	14.5	11.3	14.2	12.4	19.7	13.2
累積%	43.6	39.4	39.2	39.6	33.9	33.6	37.2	39.8	26.4	32.7	28.7	40.0	36.8

小数点省略、数値>=｜.300｜

表Ⅰ．3-1-3　バリマックス回転後：因子負荷量
第Ⅲ因子

標　本	N＝460	N＝100				N＝50				N＝30			
群	全	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
G									308		331		
A						−396			377				
S					328							300	
Co		670		−577	624	−571						716	
Ag				377	−713	328		483		702	584	−563	
O		639		−561	627					−481		564	−407
R							−515		630				
T	617		−621			−605	705				−732		
N		−488		399			508	541	−337	600		−584	629
D	449		−467	381		−332	384		−345	354		−376	400
I													
C					320			−763		−424		403	−717
二乗和	0.931	1.475	0.813	1.263	1.694	1.126	1.323	1.350	1.086	1.549	1.203	1.967	1.376
寄与率	7.8	12.3	6.8	10.5	14.1	9.4	11.0	11.3	9.0	12.9	10.0	16.4	11.5
累積％	51.3	51.7	46.0	50.2	48.1	43.0	48.3	51.0	35.5	45.6	38.8	56.4	48.3

小数点省略、数値＞＝｜.300｜

表Ⅰ．3-1-4　バリマックス回転後：因子負荷量
第Ⅳ因子

標　本	N＝460	N＝100				N＝50				N＝30			
群	全	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
G		−303											
A									423				
S			410				−402				444		
Co			544	304					442	710			
Ag			−304										−485
O						408				365	565		
R	−471	−300			−317	653							602
T		667		570	567	−300		577	649			−557	
N		406					341			−306	−367		
D		483		322	393	−452	496	417			−563		
I							677		−360			544	−534
C										586			
二乗和	0.382	1.151	0.671	0.679	0.745	1.096	1.220	0.791	1.045	1.216	1.168	0.837	1.141
寄与率	3.2	9.6	5.6	5.7	6.2	9.1	10.2	6.6	8.7	10.1	9.7	7.0	9.5
累積％	54.5	61.3	51.6	55.8	54.3	52.1	58.4	57.6	44.2	55.7	48.5	63.4	57.8

小数点省略、数値＞＝｜.300｜

因子負荷量については、第Ⅰ因子では、100名群が、特性項目G、A、S、D、Iがもとの標本集団（N＝460）の値にほぼ近い値を示し、ばらつきはあまりない。50名群と30名群ではもとの標本集団の値とかなり違い、ばらつきも大きい。第Ⅱ因子、第Ⅲ因子、第Ⅳ因子では、どの特性項目、どの群ももとの標本集団の値とはかなり違い、ばらつきも大きい。

二乗和、寄与率、累積％の値については、第Ⅰ因子では、100名群がもとの標本集団の値にほぼ近い値で、ばらつきは小さい。第Ⅱ因子、第Ⅲ因子、第Ⅳ因子では、どの群ももとの標本集団の値とはかなり違い、ばらつきは大きくなっている。

度数分布と累積度数分布、標本平均、標本分散の分布より、もとの標本集団から50以上のサンプル数を抽出すれば、も

との標本集団の分布にほぼ類似したが、因子分析の因子負荷量、二乗和、寄与率、累積%の値ではもとの標本集団から100名のサンプルを抽出しても、もとの標本集団の値に類似せず、各群間のバラツキは大きいということが判明した。他の解析プログラムでも結果は同じであった。

II．サイコロの目の出現の理論値（期待値）と実測値の比較

1．実験1

1.1 目的

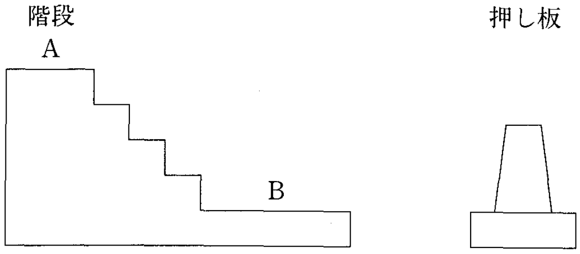
サイコロではおのおのの目の出現は理論的には6分の1の確率となっている。そこで、実際にさいころを使って、どれくらいの試行数で理論値（期待値）に近づくのか、また、どのような曲線で、理論値の直線に近づくのかを検討する。

1.2 被験者

女子大学生3名

1.3 装置

サイコロ落下装置を図II．1-1に示してある。



図II．1-1 サイコロ落下装置と押し板

1.4 手続き

A点にサイコロを置き、階段に向かって押し板でサイコロを押し出し、Bに落ちて出た目の数を記録する。サイコロの置き方を均等にするために、次のような順序でサイコロを置きころがした。

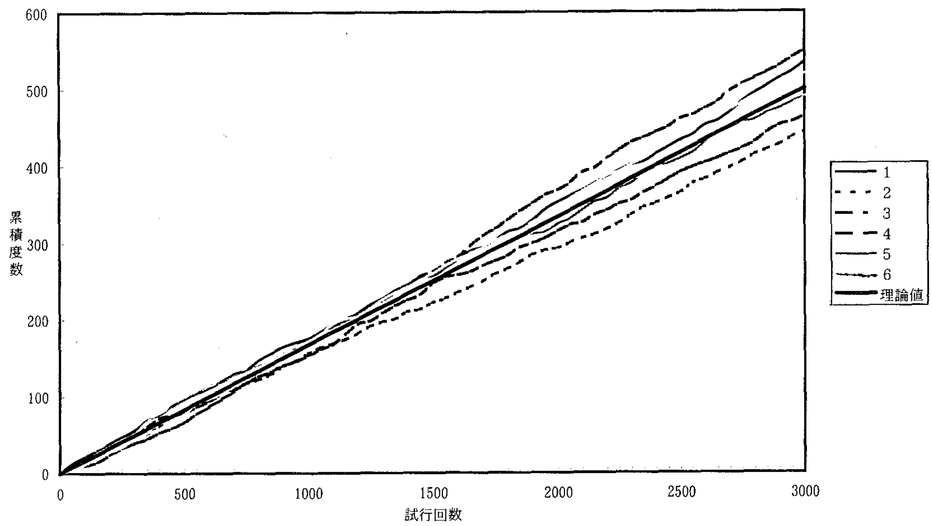
3名に別々のサイコロを渡し、一度に3000回試行を集中的に行うのではなく、適当な試行回数で休憩をとり、3000回行った。

サイコロの振り方

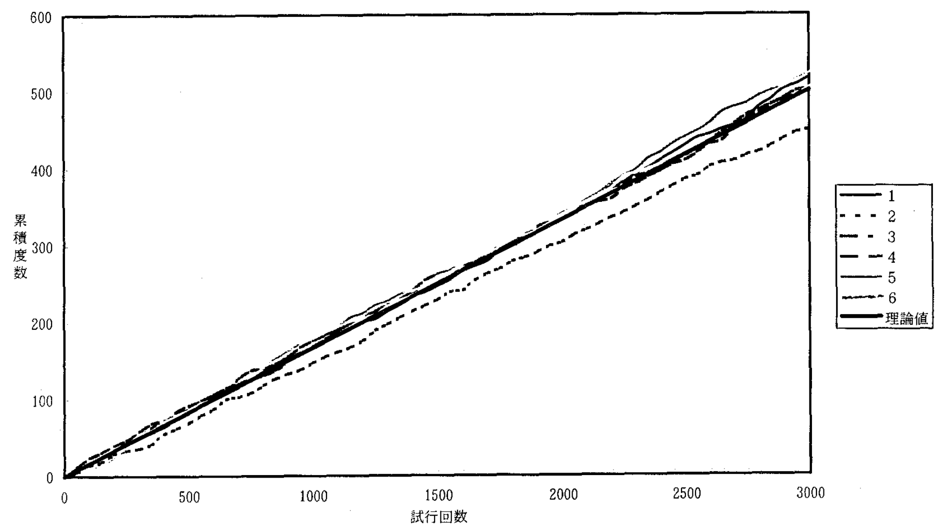
①サイコロをA点（落下装置の中央部、階段側一番前）に置く。
②サイコロの面に前もって印をつけ、その印が階段側上から見て、左下になるように置く。
③押し板で軽くサイコロを押し、ころがす。
④B点で出た目を記録する。
⑤同じ目で時計方向に90度回転し①～④を繰り返す。（結果的に同じ目で4回測定することになる。）
⑥ 次の目で①～⑤を繰り返す。
⑦ ①～⑥の要領で3000回繰り返す。

1.5 結果と考察

図II．1-1～2はそれぞれサイコロを3000回ころがして、各目の出現回数を50回ごとに累積し、グラフにプロットしたものである。



図II．1-1　人間によるサイコロの目の出現の理論値と実測値　(1)



図II．1-2　人間によるサイコロの目の出現の理論値と実測値　(2)

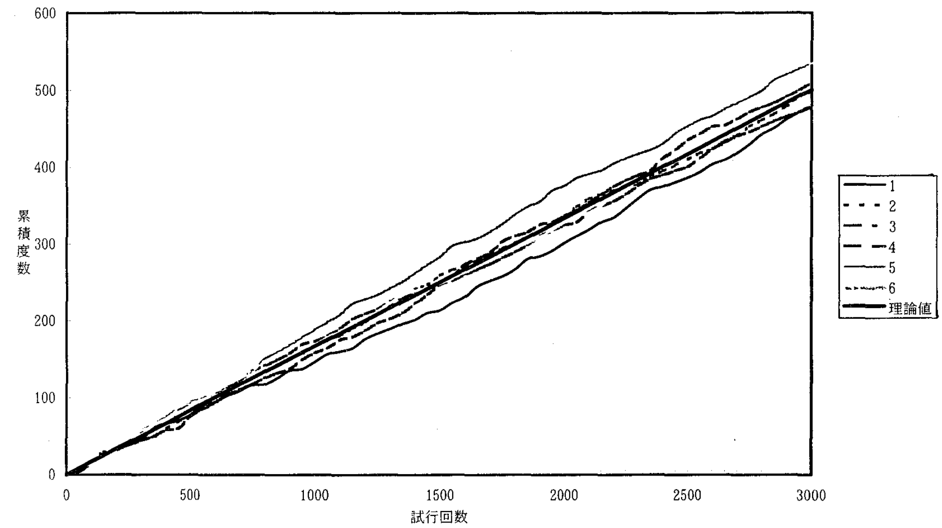
1～6はそれぞれ目の種類を表し、理論値は太い直線でプロットした。被験者3人の結果から、2種類違った出現の仕方をしたものをとりあげた。

図II．1-1では、5の目は最初から理論値に近づいており、1、4、6の目は理論値より次第に大きく離れていく様子を示している。逆に、2、3の目は理論値より少し離れていく様子を示している。

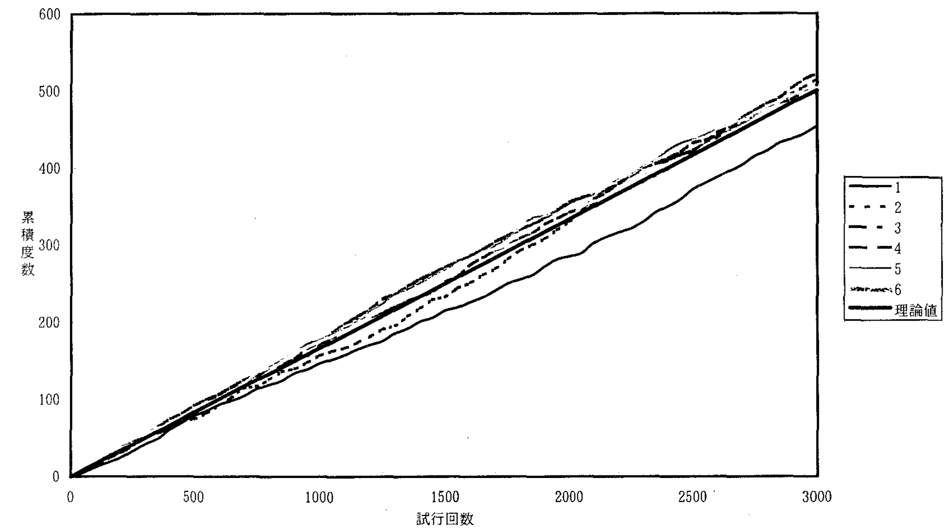
図II．1-2では、3、4、6の目は理論値に近い形を示しているが、1、5の目は理論値より次第に離れていく傾向を示している。2の目は最初から理論値よりかなり低く、極端に離れていく傾向を示している。

これらの結果から、試行回数が増えるにしたがい、理論値より離れていく傾向が認められた。そこで、サイコロの面精巧度や押し出しの力の不一致などの影響を受けるかもしれないことが推測された。

このようなことから、コンピュータで乱数を使い､架空のサイコロの実験を行った。図II．2-1～2に示したように、実際にサイコロを使った場合と同じような結果がえられた。



図II．2-1　コンピュータによるサイコロの目の出現の理論値と実測値　(1)



図II．2-2　コンピュータによるサイコロの目の出現の理論値と実測値　(2)

2．実験 2

2.1　目的

普通のサイコロとコンピュータ・サイコロの両方を用いて、実際に出現するサイコロの各目の出現率が理論値（期待値）である6分の1になるかどうかを検討する。

2.2　被験者

女子大学生6名

2.3　装置

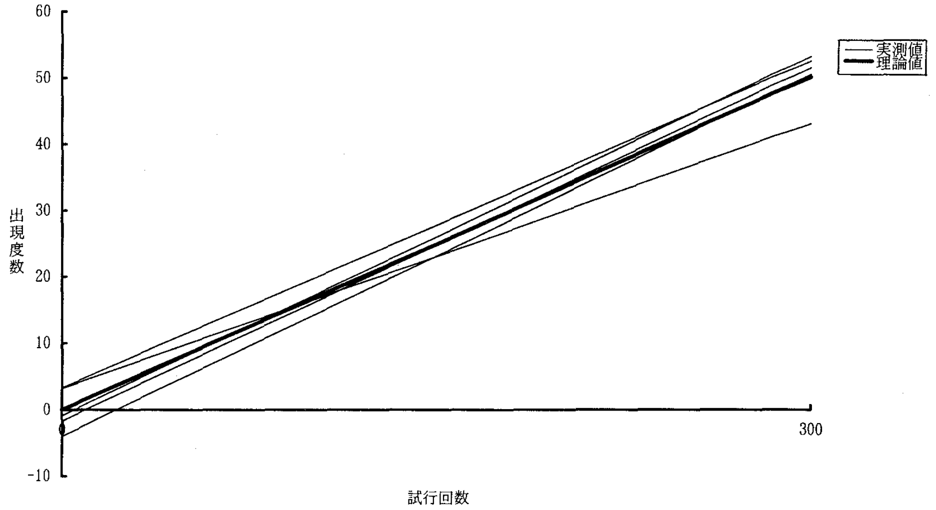
サイコロ落下装置、ノート型コンピュータ1台

2.4　手続き

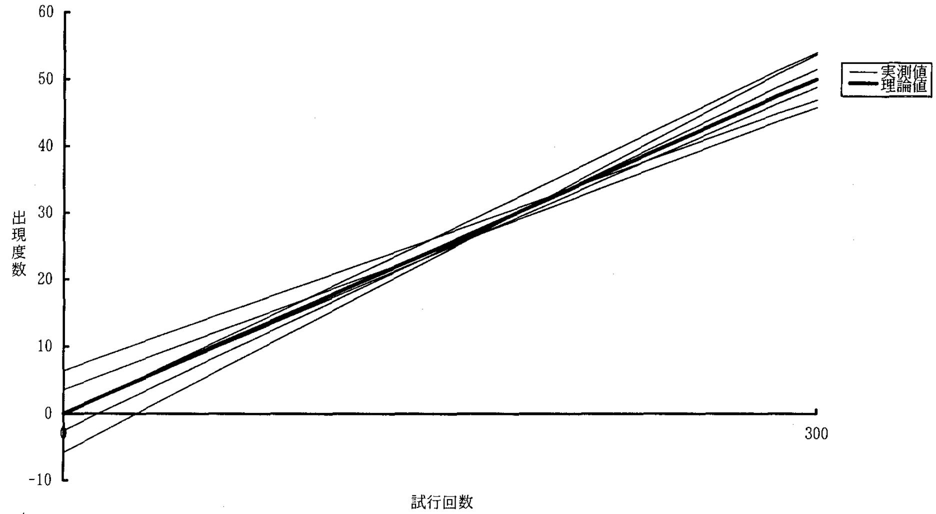
6人の被験者にサイコロを使った実験では、実験1と同じ方法でサイコロを300回振ってもらった。コンピュータを使った実験の場合には、乱数を用いて6名相当する分をノート型コンピュータを用いて行った。

2.5　結果と考察

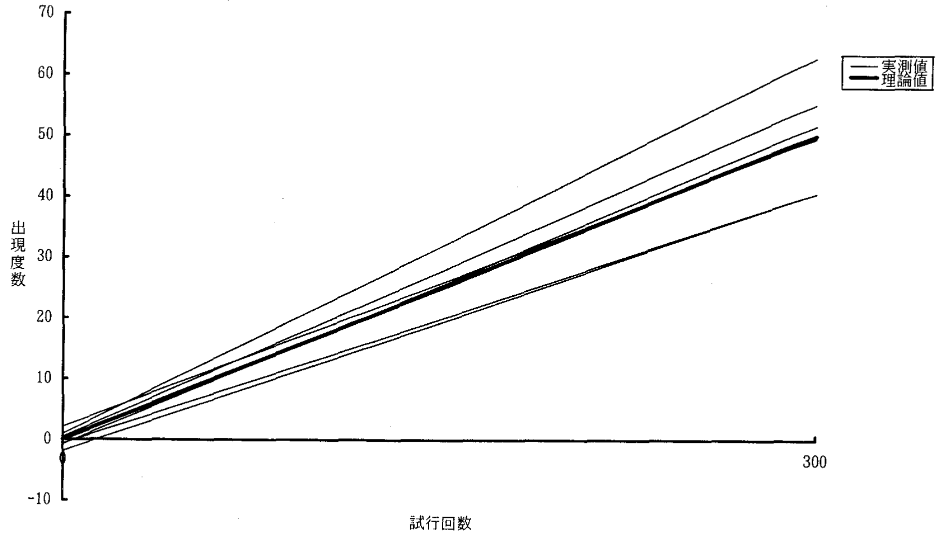
人間による場合とコンピュータの場合の実測値のうち、30、60、90、・・・300回目までの各目の累積出現頻度に最小2乗法を用いて直線をあてはめ、それぞれの目の出現の直線の方程式を算出した。(例えば $y=0.16x+3.27$) 図II．3-1～4は、人間とコンピュータのサイコロの目の方程式のうち、6つの目の間の散布度が小さいものが図II．3-1～2と大きいものが図II．3-3～4である。



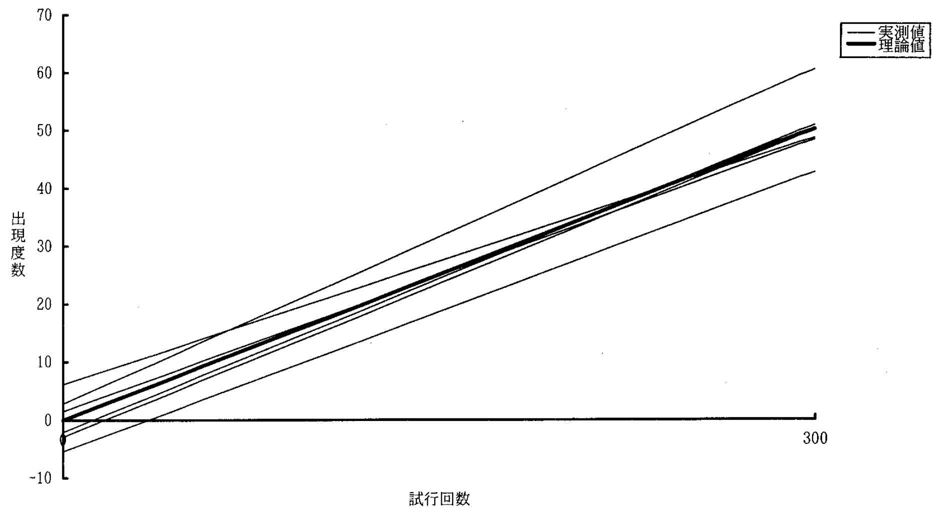
図II．3-1　人間によるサイコロの目の出現の理論値と実測値（散布度小）



図II．3-2　コンピュータによるサイコロの目の出現の理論値と実測値（散布度小）



図II．3-3　人間によるサイコロの目の出現の理論値と実測値（散布度大）



図II．3-4　コンピュータによるサイコロの目の出現の理論値と実測値（散布度大）

ここで図示したもの以外の5名の被験者の結果と5名分に相当するコンピュータの結果は、ここにあげた散布度小の結果と散布度大の結果の間に収まってしまう結果であった。

人間、コンピュータいずれの場合も、散布度小の場合には、6つの目の直線ともかろうじて期待値の直線 (y=0.17x) の回りに集中する傾向が認められたが、散布度大の場合には、いくつかの目は益々逸脱していくか、逸脱したままの傾向を示した。「コンピュータの場合には、理論値に近いものになるはずである」といういわゆる「自明の理」的な理論的根拠をも揺るがすような結果を示した。

III．抽選器による玉の抽選の理論値（期待値）と実測値の比較

1．目的

サイコロの場合と同様に抽選器による抽選率が理論値（期待値）に近づくかどうかを検討した。

2．被験者

女子大学生6名

3．装置

普通の抽選会などで使用されている抽選器と6色の玉各50個、合計300個。

4．手続き

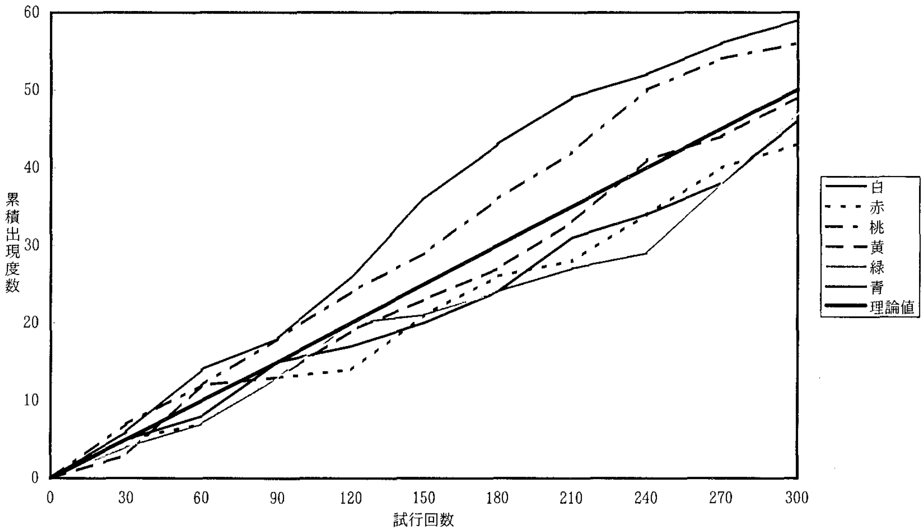
抽選器には6色の玉各50個、合計300個を入れ、被験者に毎回同じ位置から抽選器を回し、次の2通りの方法で300回抽選してもらった。

① 抽選した玉を抽選器に返す（無限）

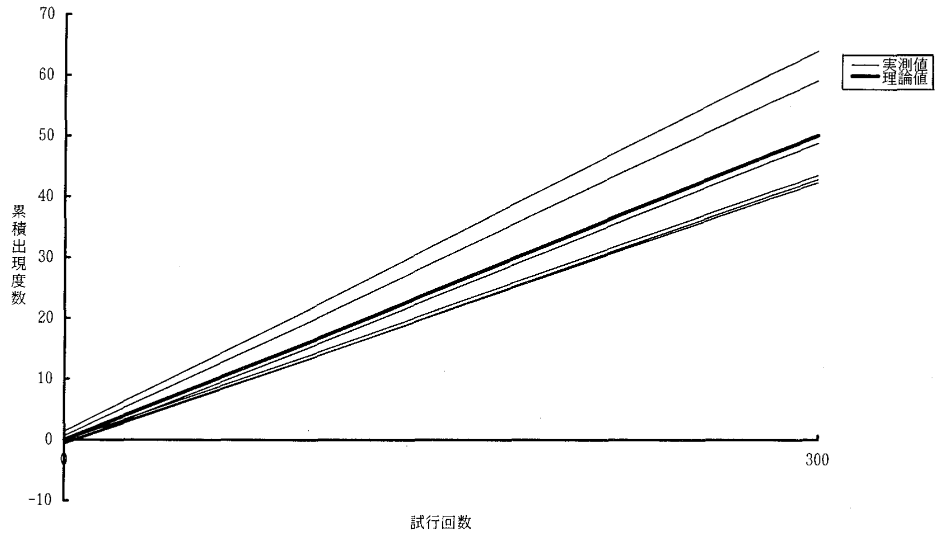
② 抽選した玉を抽選器に返さない（有限）

5．結果と考察

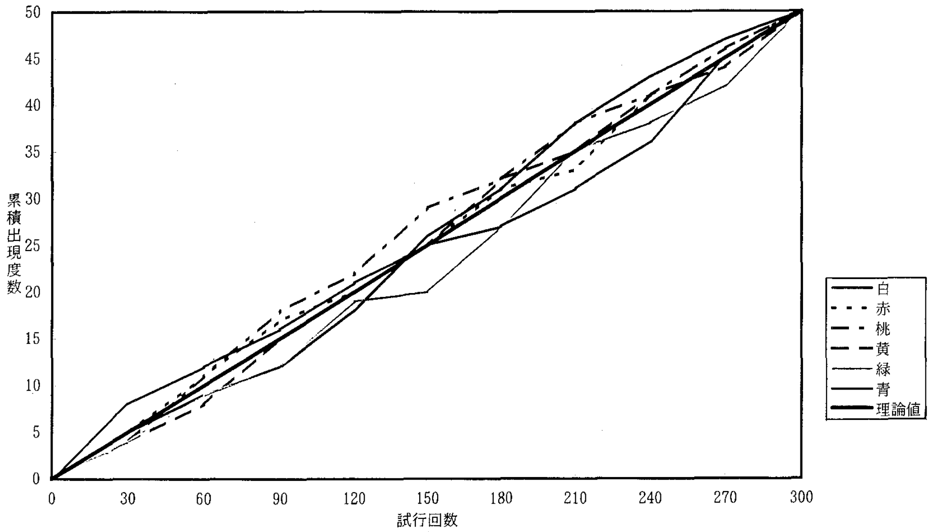
図III. 1-1は、無限の場合の累積出現度数の理論値と実測値を、図III. 1-2は、図III. 1-1の実測値を最小2乗法を用いて直線をあてはめ、それぞれの目の直線の方程式による直線を図示したものである。図III. 1-3、図III. 1-4は有限の場合の累積出現度数の理論値と実測値を図示したものである。



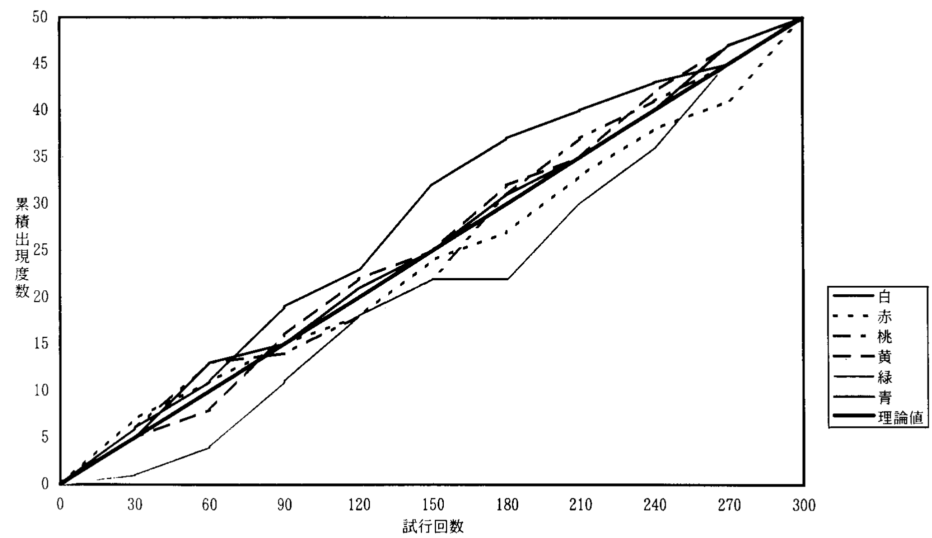
図Ⅲ．1-1　抽選器による玉の出の理論値と実測値（無限 1 ）



図Ⅲ．1-2　抽選器による玉の出の理論値と実測値（無限 2 ）



図Ⅲ．1-3　抽選器による玉の出の理論値と実測値（有限 1 ）



図Ⅲ．1-4　抽選器による玉の出の理論値と実測値（有限２）

無限の場合はサイコロの場合と同様に、図Ⅲ．1-1、図Ⅲ．1-2に示したように、逸脱度が大きくなっていく傾向を示した。

有限の場合は、図Ⅲ．1-3に示すように、理論値に対する逸脱が途中比較的小さく、270試行目あたりから収束に向かうものと、図Ⅲ．1-4に示すように、理論値に対する逸脱が大きく、すなわち、ある色の出方が一時的に多くあるいは少なく、そのために、理論値の直線の上方あるいは下方に大きく離れて曲線を描いた後、270試行目あたりから収束に向かうものとが認められた。このことは、各色の累積出現率が90％位（各色45個、合計270個が出、５個ずつ30個が残っている状態）までは理論値に収束せず、無限の場合と同様の結果が得られたことを示している。

いずれにしても、サイコロを使用した場合と同様に、理論値（期待値）とはかなり隔たった結果が認められた。

Ⅳ．全体的考察

人格検査を用いた研究では、30名、50名、100名のサンプルで母平均の推定値との近似度、母分散の推定値との近似度の検討をそれぞれ行ったが、かろうじて妥当と思われるサンプル数（サンプルサイズ）は100名のグループのもので、他の２種類のグループの結果は否定的なものであることが判明した。同様の方法を用いて行った因子分析の結果では、一致度は極めて低く、更に否定的なものであった。

普通のサイコロを用いて、実際に出現するサイコロの各目の出現率が理論値（期待値）になるものかどうかを検討した。しかし、かろうじて理論値（期待値）の直線の回りに集中する傾向が認められたものもあったが、多くの目は益々逸脱していくか、逸脱したままの傾向を示した。

抽選器を用いた場合においても、サイコロと同じように理論値（期待値）には収束せず逸脱していく傾向を示した。

以上の研究から、人格検査を用いた研究では、かろうじて妥当と思われるサンプル数は100以上ではないかということが示唆された。

一方、測定を無限に繰り返せば、実測値は理論値（期待値）と一致するという「自明の理」的な発想は、少なくとも有限の測定では、そのような結果はあまり期待できるものではなかった。

参考

1）川島大司・久米稔：サンプル数の諸問題　(1)
　—質問紙法人格検査の場合—，日本応用心理学会

第56回論文集．1989
2）川島大司・久米稔：サンプル数の諸問題　(2)
—質問紙法人格検査の場合—，日本応用心理学会第57回論文集．1990
3）川島大司・久米稔：サンプル数の諸問題　(3)
—質問紙法人格検査の場合—，日本応用心理学会第59回論文集．1992
4）川島大司・久米稔：サンプル数の諸問題　(4)
—質問紙法人格検査の場合—，日本応用心理学会第60回論文集．1993
5）川島大司・久米稔：サンプル数の諸問題　(5)
—サイコロを使っての期待値と実測値のずれについて—，日本応用心理学会第61回論文集．1994
6）川島大司・久米稔：サンプル数の諸問題　(6)
—サイコロの目の出現率の期待値と実測値—，日本応用心理学会第62回論文集．1995
7）川島大司・久米稔：サンプル数の諸問題　(7)
—抽選器の抽選率の期待値と実測値—，日本応用心理学会第63回論文集．1996