ゲーム・メソッドとゲツシング・メソッドの 相互関係の実験的検討*

— 人の予測価列の測定法として —

北海道大学心理学研究室

戸 田 正 直 太 田 英 昭**

Humphreys (3) 以来、アメリカに於て verbal learning の実験法として創始され、又相反二事象に対する人の予測価の殆ど唯一の測定法として使用されている所謂ゲツシング・メソッドと呼ばれているものは、主として次の様な手続きから成立している。

1. 実験者は、適当な相反二事象列を用意し、その時間的継起を相当多数の被験者に観察させる。

2. 被験者は予め、各事象生起後に、次に生起する事象が二事象のうちいずれであるかを、“予言せよ—Predict” 又は、“当てよ—Hit” といった指示を与えられ、それに従つて反応する。この反応を試行という。

3. 各試行に於て、特定の事象を予言した被験者数の全被験者に対する比を、この被験者群に於ける平均的な事象予測に関する測度とする。

この比をFとよぼう。Fは各試行について算定されるから、結果として、事象列に対応するFの列が得られる。このFの列が guessing sequence とよばれるものである。

このFは確かに事象予測に関する測度ではあるが、具体的に何の測度であるかという事には問題がある。従来時としてFは被験者の平均的な直観確率の測度と見なされた事もあつた。というのも、刺激系列として母確率pのベルヌーイ列(ランダム列)が用いられる時、ほゞ50をこえた試行数の附近でFがpに比較的接近した安定な水準に落つくのが実験的に確かめられているからである。それ故に、例えば Jarvik (4) はこの結果を、被験者が系列の母確率pを学習し、系列の刺激頻度と同一に近い反応頻度で予言をするという事が、多くの正しい予

言をする為の最も良い方法であると被験者が考える為であろうと解釈したのである。然し、刺激頻度と等しい頻度で予言を産出するのは、決して、最大の正しい予言数を得る為の最良の方法ではない事は、その後 Grant 等 (1) が指摘した通りである。それ故に、Fがpに比較的接近した水準に落着くという事は、決して一義的に、Fを直観確率の測度と見なしてよいという結論に導くものではない。ゲツシング実験に當つて、予めインストラクションその他に於て、被験者が最大の予言適中数を得る目的を以て行動する様に充分の注意が払われるならば、被験者はその生起の直観確率が0.5をこえる事象を予言するのがその場合の最良の方略である事は直ちに証明されるし、また、ゲツシング・メソッドによる実験者達も被験者がその様な方略に於て行動するという仮定は、すべて暗々裡に持つていたという事は否定できないであろう。たとえ結論に於ては、数試行をブロックにして、刺激頻度と反応頻度を対応させるという様な事をしているとしても、Fを以て予測の測度とする為には、微視的に各試行に於て、Fがその時その時の予測の測度でなければならない、そしてそれが云える為には、上述の仮定は殆ど不可欠であるからである。そこでこの仮定の上に立つと、Fは当然全被験者中特定の事象の生起に関する直観確率が0.5をこえた者の比率を表すという事になる。そしてこの比率は、その特定の事象の生起に関する直観確率の全被験者に於ける平均値と、何等の一義的な関係をも持つてはいない。

一方吾々はゲツシング・メソッドに於けると同一条件下の個々の被験者の直観確率を、ゲーム・メソッドによつて測定出来ると考えている。(5) 若しこの考えと、上述のゲツシング・メソッドに於ける仮定が正しいならばゲーム実験のデータから、直観確率の平均値pの他に、ゲツシング・メソッドによつて得られる測度Fも計算出来る筈である。方法は簡単であつて、各試行に於ける各個の被験者の直観確率値から、そのうち0.5をこえるものの全数に対する比を計算すればよい。この様にして得

* An Experimental Study of the Interrelationship between the Two Methods of Measuring the Sequence of Values of Subjective Inference, i. e. the Game-Method and the Guessing-Method.

** By Masanao Toda, and Hideaki Ōta, (Department of Psychology, University of Hokkaido)

られた値を F_p と記号する。そして若し吾々の考えが正しければ、母集団に於ける母数としての F と F_p は一致しなければならない。

このような予想のもとに吾々は実験を行つてみる事にした。たゞし、この実験的検証に於ける本質的難点は、同一の被験者を両方の方法に共通に使用出来ないという点にある。従つて吾々が差当つて実験によつて確かめ得る事は、比較的等質な二集団を選び、一方に於てゲツシング・メソッドによつて得られた標本 $-F$ と、他方に於てゲーム・メソッドによつて得られた標本 $-F_p$ とが、同一母数の推定値として、同一集団からの二組の任意標本が通常持ち得る以上の差を示すかどうかを検討するに止まる。

実験は1952年秋、札幌藤女子短大生86名を用いて行われた。86名のうち28名がゲツシング実験のグループ、58名がゲーム実験のグループを構成する。両グループの被験者全部が観察し、次々に予想を立てさせられる共通の刺激系列は、45枚の表に“10”と印刷したカードと、15枚の表に“0”と印刷したカード（合計60枚）を必ずしもランダムとは認められない順序に配列したものが用いられた。（実際の順序については第1図参照。）こゝでランダムでない系列が用いられた理由の一つは、各試行が予言に関して出来るだけ独立性を保持する為である*。

実験はゲツシング・グループについては、次の様に行われた。一室に集められた被験者の前に、実験者は裏返して系列の順序に積み重ねられた90枚（本分析で取り上げられるのはそのうち最初の60枚に対する反応）のカードを示し、大凡次の様なインストラクションを与えて後実験が始められる。

『このカードの山は“10”、“0”と印刷された二種類のカードからなっています。二種類のカードがどんな順序で重ねられているかは教えられません。各々のカードの枚数も教えられません。必ずしも同じ枚数であるとは限りません。私は今からこのカードを上から順々に開けてゆきますが、皆さんは、常に私が次のカードを開く前に、そのカードが“10”であるか“0”であるかを予想してそして“10”であると思つたら○印を、“0”であると思つたら×印を、手許の記録用紙に記入して下さい。そして全体で皆さんのうち誰が一番沢山当てられるかを競争

して載くわけです。大切な事は、当て難いカードを当てる事ではなくて、出来るだけ沢山当てる事です。之を忘れない様にして下さい。では始めますから先ずこのカードの山の一番上のカードがどちらであるかを考えて、皆さんの予想をその紙に書いて下さい。』

各被験者の反応が近隣の被験者の反応に対して独立性を保持する様特に注意が払われた。試行間の時間間隔は約20秒である。

ゲーム・グループに於ては大凡次の様に行われた。先ず58人の被験者が2人ずつの29組に分けられ、各組に於て夫々親と子のゲームに於ける役割が定められる。然る後インストラクションとして、先ずカードの性質についてゲツシング・グループと同様の事が教えられ、次に大凡次の様なゲームのルールが出来るだけ解り易く噛み砕いて教えられる。（ルールについて更に詳しくは（5）参照のこと。）

各カードが開けられる前に、親は子に10から0迄の任意の数 a を選んで子に示す。子は続いて、ゲームのその試行に於ける彼の得点として、次に開かれるカードに印刷された数、(10か0かどちらか解らない) か、親の示した a かどちらかを選択する。そして子の選択しなかつた方が自動的に親の得点になる。こゝで両プレーヤーのうち a を持つた方の得点は直ちに確定し、カードの点を持つた方の得点は、続いてカードが開けられて、その結果によつて10点か0点かに確定する。各カードについて同様の事が繰返され、勝敗は全試行が終つて後の総得点の差によつて決定する。

所でこのルールに於ては、親は常に次のカードが“10”である事の直観確率を出来るだけ精密に推定して、その値が p である時 a を $10p$ に等しく与えなければ平均的に損をする事は理論的に明らかである。

この理由から、被験者が夫々相手に勝とうとして熱心にプレーする限り、 $a/10$ をその親の直観確率の測定値と見なす事が出来、又被験者の実際のプレーぶりは明らかに彼等がこのゲームに充分没頭していた事を示していた。

この実験に於ても被験者間の反応の独立性には特に注意が払われた。試行間時間間隔は同様に約20秒である。

結果として得られた“10”の予測を基準として算定された F , P , F_p の値をグラフにしたものが第1図である。

考 察

まず上の仮定を検定する為に、度数である F と F_p につき、各試行毎に χ^2 検定を行う。結果 χ^2 が0.01をこえた試行番号とその値が第1表に示される。こゝで F と F_p

* 実際には本実験に於ては、他の目的もあつて、更に30枚の“0”カードを連続提示するという再学習過程に相当する30試行が続行された。たゞしこの30試行に於ては、反応の独立性が殆ど保証されていない為、本分析ではそのデータは省かれている。

Fig. 1 Values of P, F and Fp measured before n-th presentation of the card are plotted against n-1. For each trial, a solid triangle mark is placed at the top or at the bottom of the graph according as the card is "10" or "0".

Table, 1 Trial-numbers where χ^2 exceed 1.0

Trial-No.	1	2	8	10	16	24	30	31	42	45	46
χ^2	5.03*	1.14	2.70	3.96*	3.31	3.92*	3.91*	1.40	1.39	3.80	3.14

* Significant at the 5-% level of confidence.

Table, 2 a Number of trials where F and Fp are on the same side and on the opposite side of 0.5

Same Side	Opposite Side	Probability
50	0	< 0.01

Table, 2 b Number of trials where F and Fp are on the same side of 0.5 and F (Fp) is nearer 1.0 or 0.0 than Fp (F)

$ F-0.5 - Fp-0.5 > 0.01$	$ Fp-0.5 - F-0.5 > 0.01$	$ F-Fp < 0.01$	Probability
29	18	13†	> 0.05

† These trials where the difference is below 0.01 are regarded as ties in the non-parametric test.

が有意の差を示しているのは、60試行中4回に過ぎない。しかし、 χ^2 検定では、二つの測度の差が小さいという事は検定出来ても、その小さい差が、常に一方的な偏りを示してはいないかという事は検定できない。従つて次に、その様な偏りの有無をノン・パラメトリック・テストによつて検定してみる。たゞしこの際特に注意すべき事は、F, Fp が [0, 1] を定義域とし、0.5 に対して対称な意味を持つということである。従つてこゝでは偏りといつても一方的な大小関係ではなく、0.5 を中心としての両端 1, 0 への偏りが問題にされなければならない。そこで、0.5 に於て一端の重なつた二つの閉区間 [0, 0.5], [0.5, 1] を考え、この区間を領域と呼ぶ事にし、まず F と Fp とが一般に同一領域にあると認められる事を確かめ、同一領域にある場合には、どちらか一方の偏りを持つと云えるか否かを検定した。その結果は、F の方が多少偏りが大きい様であるけれども、有意ではないという結論が得られた。(第2表)

次に、ゲツシング・メソッドによつて得られる測度 F 並びにその理論的等価 Fp が、直観確率の測度である P といかなる関係にあるかを考察することにしよう。

いま、ある条件下に於ける直観確率値の母集団が $\psi(x)$ なる分布函数を持つとしよう。すると母集団平均値 P は

$$P = \int_0^1 x d\psi(x), \quad \dots\dots\dots(1)$$

また、母集団に於ける F は、

$$F = \int_{0.5}^1 d\psi(x) \quad \dots\dots\dots(2)$$

で表される。こゝで母集団中央値を a とすると、

$$F = \int_{0.5}^a d\psi(x) + \int_a^1 d\psi(x) \quad \dots\dots\dots(3)$$

こゝで

$$\int_a^1 d\psi(x) = 0.5$$

故に

$$F - 0.5 = \int_{0.5}^a d\psi(x) = M(a - 0.5) \quad \dots\dots\dots(4)$$

たゞし M は、直観確率密度函数の区間 [0.5, a] に於ける平均値である。当然 $M \geq 0$ であるから、

$$M \geq 1 \quad \text{に従つて、}$$

$$|F - 0.5| \geq |a - 0.5|$$

こゝで、 $M \leq 1$ という事は、母集団密度函数が中央値附

近で谷をもつといった異例のものである事を示している。そして吾々が標本分布から推定し得る限りでは、その様な母集団分布の成立する条況は、やはりごく異例のものであるといつて良い様である。従つて一般には、a は F よりも偏りが小さい事が期待される。更に P と a に関しては、母集団分布のスキューが、閉区間分布の一つの典型であるベータ分布型のスキューであれば、P は a よりも更に偏りが小さい。かくて、一般には、母集団に於ては、F は P よりも偏りが大きい事が期待される。若

Table 3 Number of trials where each measure is nearer 1.0 or 0.0 than the other beyond the extent of 0.01, among the whole 60 trials and among the specified 35 trials where the probability that the population mean P is on the either side of 0.5 exceeds 0.95

a).

Median	Mean (P)	Total	Probability
25	10	35	< 0.01

b).

F	P	Tie	Total	Probability
26	9	0	35	< 0.01
42	16	2	60	< 0.01

c).

Fp	P	Tie	Total	Probability
35	0	0	35	< 0.01
53	4	3	60	< 0.01

しそれが事実であれば、当然その関係は標本に於ても傾向として保存されるであろう。そのノン・パラメトリック・テストによる検定結果が、第3表 (a), (b), (c) に於て示される。

第3表の (a) は、標本に於ける a と P との偏りの検定である。結果は 1% の危険率で吾々の想定は裏書された。第3表の (b) と (c) とは、夫々 P と F, P と Fp との間の偏りの検定であつて、共に、P と F (又は Fp) が同領域にあつてかつ、P の方が偏りが小さい事が 1% の有意水準で云える。たゞし、P と F との比較の場合の様に、二組の標本が扱われている際には、特に P が 0.5 に近い場合、従つて標本 P と母集団 P が同一領域にある事が甚だしく疑わしい場合には、特別の注意が払われなければならない。なぜなら、この様な時、母集団に於ける P と F との関係が、傾向としてでも標本に於ける

P と F との関係に移調されるとは考え難いからである。従つて特に、母集団 P が標本 P と別領域にある危険率が 5% をこえる 25 試行を除いた残りの 35 試行に於て同様のテストを行つてみたが結果は同様であつた。

第 3 表に於ける結果がすべて 1% 水準で有意である事には、しかし、余り大きな意味を与える事は出来ない。というのは、各試行に於ける被験者の反応傾向の独立性に疑問があるからである。第 1 表に見られる様な、各測定値の大きな振動は、少くとも、ランダム系列に対応する場合の様な滑らかな曲線を得た時よりは多くの独立性を保証するものの様であるが、 $\Sigma \chi^2$ を自由度 60 の χ^2 分布と考えた場合のその値の異常な小ささは、尙全体の非独立性を裏書して余りあるものである。この様な場合、全体を独立と仮定して検定を行うと、危険率は常に過小視される。従つて、吾々がこれらの結果から云い得る事は F, Fp 或いは a の偏りが P の偏りに対し、揃つて 1% の危険率で大きいという事ではなく、その様な危険率過小視傾向にも拘らず、尙、F と Fp との間だけには有意の差が認められなかつたという点であると考えられる。

結論として、吾々の実験から引き出される主な二つの結果は次の通りである。

1) 出来るだけ沢山当てよという。インストラクションの下に、ゲッシング・メソッドによつて得られた測度 F と、ゲーム・メソッドによつて得られた結果から算定さ

れた対応する測度 Fp とは、同一母集団から任意抽出された二組の任意標本以上の差を示さない。

2) ゲッシングの測度 F は、直観確率測度 P に対し、0.5 を中心としてより多く両端へ偏る傾向を一般に持つ。

文 献

- 1) Grant, D. A., Hake, H. W. & Hornseth, J. P. : Acquisition and extinction of a verbal conditioned response with differing percentages of reinforcement. *J. exp. Psychol.*, 1951, 42, 1—5.
- 2) Hake, H. W. & Hyman, R. : Perception of the statistical structure of a random series of binary symbols. *J. exp. Psychol.*, 1953, 45, 64—74.
- 3) Humphreys, L. G. : Acquisition and extinction of verbal expectations in a situation analogous to conditioning. *J. exp. Psychol.*, 1939, 41, 291—297.
- 4) Jarvik, M. E. : Probability learning and a negative recency effect in the serial anticipation of alternative symbols. *J. exp. Psychol.*, 1951, 41, 291—297.
- 5) 戸田正直：ゲーム・メソッドによる直観確率の測定について、心研，1951，22，29—40.
- 6) 梅岡義貴，能見義博：補強配合の効果について、心研，1952，22，89—102.

—1954. 12. 24 受稿—