随意活動と反射活動にみられる相互作用

——その媒介体の1つとしての注意——

熊本工業大学

山 本 ひ ろ 子¹

THE INTERACTION BETWEEN VOLUNTARY AND REFLEXIVE ACTIVITIES : ATTENTION AS A MEDIATING FUNCTION

HIROKO YAMAMOTO

Kumamoto Institute of Technology

The interaction between voluntary (holding 4.7 kg by hand dynamometer) and reflexive activities (knee-jerk) was investigated in the experimental condition. In the holding task, grasping was continued for 24 sec, which was repeated 5 times. 3 stimulations for the knee-jerk were provided during grasping period and one after that period. In the control conditions, the responses of holding task and knee-jerk were investigated, respectively. Ss were 18 female college students. The amplitudes of knee-jerk responses during grasping period were facilitated and the deviation of grasping from the predetermined level was large in the experimental condition. However, none of these responses was represented in the control conditions.

反射活動が刺激以外の要因の影響をうけて変化するという現象は Lombard (1887) 以来研究者の注目するところとなったが、それらの研究では、おもに、心的な活動やかまへの程度に関するものと、筋活動の程度に関するものが被験者の反射活動を規定する主たる要因として考えられてきた。

日常の診察室の反射の検査の際に医者が被検者に話しながら検査をおこなう光景はよく知られているが、Lombard は心的活動によって反射が亢進することをはじめて記述し、Tuttle (1924) は心的活動の性質によって亢進の程度がほぼ2倍から10倍のあいだで変化すると述べている。Golla & Antonovitch (1929) はやはり心的活動の影響について述べたが、彼らはまた心的作業中に自動的に生じる手や足の動きについても着眼して、手や足を自動的に動かす筋のいちばん強い緊張が、反射のもっとも亢進する時期とおなじであることを報告した。Courts (1939) はこの筋に生じる緊張を実験的に操作することをこころみて、実験的に導入された筋緊張の反射におよぼす効果について述べ、両者のあいだに直線的な増加の関係を見い出した。

この実験的に導入された筋緊張とのあいだに、おなじ

¹ この論文の作成にあたりお世話になった熊本大学教育学部教授山下功先生と研究室の方々に感謝の意を表します。

ような単調増加の関係があるものには、脳波、筋電図、皮膚電気抵抗、心搏、呼吸などの、いわゆる、生理的機能と呼ばれるものがあることが Pinneo (1961) によって示されている。

山本 (1973) ははじめ、脳性マヒ児の研究から、彼らに特有な異常反射を、終局的には抑制させることを目的として、いくつかの反射について上に述べた心的活動、および、筋活動の影響について調べていった。

しかし、そのためには基準となる正常者の反射活動について詳しく検討する必要があることを認めて、こんどは心的活動の影響を正常者について調べ、報告をおこなった (山本, 1974)。

ところで、その中で、心的活動の難易度の影響は、直接、被験者の反射活動に投影されることがわかったが、その際の心的活動の成績について注目すると、反射活動を生じさせたことによる影響が心的活動にもおよんでいることが示された。つまり、課題を単純に2回繰り返させたコントロール群の成績は、いずれの難易度の場合にも初回のもを上まわるのに対して、2回目の課題施行と平行して反射の検査を行なった実験群では、易しい課題では成績が向上するが、難しい課題では成績が低下するということが分かったのである。

これは、ヒトの随意的な活動と反射活動が相互に作用することを現わしているのであって、今までの研究が、

いずれも、作業の反射に対する関係だけに注目してきたことを考えると、我々に生じる現象はつねに総体としてとらえねばならないことの必要性が示されていると考えられるだろう。

そこで、この実験では随意活動と反射活動の相互作用をさらにくわしく検討するために反射活動の影響が随意活動に敏感に投影されるよう工夫して実験をおこなった。ここではさらに、随意活動に附随するいくつかの心理的作用を仮定して、それらの反射活動におよぼす影響と、その時の随意活動の様子を調べていった。そのために、随意活動を初期の注意集中の時期と中期の安定期、後期の飽和した時期に分け、さらに、随意活動終了直後の時期を加えて、それぞれの時期に1打ずつの反射の刺激をあたえて反応を測定した。

正常者の膝蓋腱反射と一定握力把持の課題のあいだの関係について検討した結果を報告する。

方 法

被験者 女子の大学生 18 名。

課題 一定握力把持課題とする。この課題のためには握力計のレコーダーを被験者の見やすいところに置いて、被験者は記録紙のうえの決められた目標ラインからそれないように握力を把持し、つねに調整しなければならない。そのために、被験者は、記録紙から目をそらすことができない。握力の強さは 4.7 kg として、すべての被験者についてはおなじ負荷量とするが、この強さは下に述べるレコーダーの条件で、記録紙のちょうど 3 cm の太線の位置になり、目標となりやすかった。握力はかならず被験者の右手より導き出す。

この課題を 24 秒間つづけ、36 秒の休みをはさみながら 5 回繰り返す。実験に先立って被験者には次の教示があたえられる。“始め、の合図で 3 cm のラインまですみやかに力を入れて下さい。そして、やめ、というまでその高さを把握して、やめ、の合図で手をパッと離して下さい”。実験の前に 2 回の練習をおこなわせる。

装置 握力の測定は竹井機器製デジタル力量計をもち

いて、渡辺測器製の WTR 767 型レコーダーに記録した。力量計は ATT 1/2, Gain 7.90, Point 2 条件とし、レコーダーは Range 5 mV/cm, Gain 10 の条件とした。レコーダーの Paper speed を 2.5 mm/sec として反射の測定の場合とおなじ速さにそろえた。ところで、握力のレコーダーは被験者の見やすいところを選んで、被験者の左方眼下のところに、反射刺激のレバーから 12 cm 離して装置した。なおこのレコーダーは、被験者の方にいくぶん傾斜させてある。

一方、膝蓋腱反射の測定は山本 (1974) による反射の刺激、および、記録装置による。なお今回は刺激レバーを操作する様子をできるだけ被験者にわからなくするために、握力把持の課題の障害とならない程度に、前方に目かくしの幕をはった。膝蓋腱反射は握力把持の反対側の左側のものを測定した。また、反射の刺激を 5, 6 回あたえたあと実験に入った。装置の略図を Fig. 1 に示した。

手続 一定握力把持の課題をおこなわせながら反射活動を測定する条件を実験条件とする。この作業のプロセスを、冒頭でのべたように、初期、中期、後期に分け、作業開始の 3 秒後、8 秒後、それに、19 秒後に反射誘発刺激をあたえる。また、作業終了の 5 秒後、つまり、作業開始から通算して 29 秒目に第 4 番目の刺激をあたえる。そして、この作業を 5 回繰り返す。

次に、握力把持課題をおこなわない時の反射の強さを知るために、実験条件とおなじ手続によって、反射活動の測定だけを行なう (反射活動のコントロール条件)。実験条件と反射活動のコントロール条件は、3 分間の休憩をはさんで施行し、被験者には 2 つの条件を交互に行なわせた。

一方、反射活動の測定を行なわない時の握力把持課題の成績を見るために、実験条件とおなじ手続によって、作業の測定だけを行なう (作業活動のコントロール条件)。そして、この条件は、実験条件と反射活動のコントロール条件の測定日からちょうど 1 週間後に施行する。

結 果

実験の結果は反射活動と把持課題の作業成績の 2 つに

FIG. 1. 実験装置の略図。

注) A : 握力計。B : 握力記録計。C : 幕。A, B, C は今回新しく設置した。

FIG. 2. 膝蓋腱反射の反応。

現われるが、まず、反射活動の結果について示したものが Fig. 2 である。なお、5回の繰り返しの平均値をとって、各被験者の反応の代表値とした。

それによると、実験条件では第1刺激から第3刺激までに強い反応が現われ、把握課題を終了した第4刺激では反応が急速に低下しているのがわかる。また、コントロール条件の場合は第3刺激を除いて、比較的コンスタントな反応が得られている。そこで、これらの反応について $2(\text{条件}) \times 4(\text{刺激})$ の分散分析を行なうと、条件 ($F(1, 17) = 5.67, p < .05$) と刺激 ($F(3, 51) = 10.01, p < .01$)、および、条件と刺激の交互作用 ($F(3, 51) = 13.21, p < .01$) がいずれも有意となった。これは、実験条件における値がコントロール条件のものより亢進し

FIG. 3. 一定握力把持活動（反応の1秒ごとの測定結果）。

FIG. 4. 一定握力把持活動（刺激前1秒から刺激後4秒までのあいだを0.2秒ごとに測定した結果）。

て現われることを示しており、両条件を統合した場合の刺激間にも違いがあることを示している。

さらに、各条件ごとに $4(\text{刺激}) \times 18(\text{被験者})$ の分散分析を行なうと、実験条件では刺激 ($F(1, 17) = 17.21, p < .01$) と被験者 ($F(17, 51) = 21.48, p < .01$) がいずれも有意となり、コントロール条件でも刺激 ($F(1, 17) = 2.85, p < .05$) と被験者 ($F(17, 51) = 28.32, p < .01$) の両方が有意であった。

そこでさらに、それぞれの条件における各刺激間の反応の比較を行なうと、実験条件では第1刺激と第2刺激 ($t = 2.25, p < .05$)、第1刺激と第4刺激 ($t = 5.26, p < .01$)、第2刺激と第4刺激 ($t = 4.13, p < .01$)、第3刺激と第4刺激 ($t = 5.66, p < .01$) のあいだに有意差がみられた。コントロール条件では第1刺激と第3刺激 ($t = -2.59, p < .05$) と第2刺激と第3刺激 ($t = -2.16, p < .05$) に有意差がみられた。なお、自由度はいずれも $df = 17$ である。つまり、実験条件では反応の亢進した第1から第3刺激の中でも、特に、第1刺激で強い反応が現われるのに対して、コントロール条件では第3刺激にのみ強い反応が現われることが統計的に示されたことになる。

一方、各刺激ごとに、実験条件とコントロール条件の反応を比較すると、条件間の有意差は第1試行 ($t = 4.06, p < .01$)、第2試行 ($t = 2.73, p < .05$) に現われた。なお、ここでも自由度 $df = 17$ である。

次に、把握作業の成績についてみることにする。記録紙の上に書かれた握力の軌跡を、“始め”の合図から1秒ごとに区切って、目標位置、つまり、3 cm 目の目標ラインからのずれを計ると Fig. 3 の曲線が得られた。なお、各被験者の作業の反応値はここでも5回の測定値を平均した値とした。

ところで、統計的な処理の必要から、Fig. 3 の値を4秒ごとの6つのブロックにまとめて、 $2(\text{条件}) \times 6(\text{ブロック})$ の分散分析を行なうと、条件 ($F(1, 17) = 11.54, p < .01$) とブロック ($F(5, 85) = 11.92, p < .01$) が有

FIG. 5. 一定握力把持活動と反射活動の例。

注) I : 実験条件. II : コントロール条件. a : 握力把持活動. b : 反射活動. → : 目標ライン. ▲ : 反射刺激. ただし同じ被験者による反応。

意となったが、交互作用に有意差はみられなかった。

つまり、目標に対してはいずれの条件の場合も目標より少ない握力しか得られていないが、実験条件では特に成績が悪く、コントロール条件のものを下まわっていることが示されている。

そこで、この作業のプロセスを Fig. 3 にもどって少し詳しくみてみると、実験条件にいくつかの興味ある現象が現われているのがわかる。それは、反射誘発刺激をあたえた瞬間には作業に目立った変化が現われないのに、その直後の 1 秒から 2 秒後にはかならず作業が低下して落ち込みの現象がみられ、しかしこれは、その後急速に回復されることが示されているのである。そして作業の落ち込みは、第 1 刺激の時が最大であり、また、その回復も早急に生じるが、第 3 刺激になると、落ち込みの程度は少なくないにもかかわらず回復に時間がかかるようすが示されている。

そこで、刺激前 1 秒から刺激後 4 秒までの 5 秒間をさらにこまかく、0.2 秒ごとに測定すると (Fig. 4)、実験条件における変化をさらにはっきりと読み取ることができる。つまり、コントロール条件では 3 秒を中心とした曲線に作業量の変化がわずかにみられるだけで、各曲線の差異もそれほど大きくないのに対して、実験条件では、刺激後の落ち込みの様子が明らかであり、また、それぞれの曲線の差異が大きいことなどが示されている。つまり、実験条件における作業の低下には反射活動のあとに生じるこれらの作業の落ち込みの影響が、かなり重要にかかわってくることがわかるのである。

これに対して、コントロール条件では作業の落ち込みや回復の現象がほとんどみられていない。

Fig. 5 に実験・コントロール両条件における反射活動と把握作業の例を示した。

考 察

膝蓋腱反射の刺激から反応までの時間は非常に短かく、ふつう 0.002 秒程度といわれるので、刺激後 1 秒から 2 秒のあいだに現われてくる実験条件での作業の落ち込みを、いま仮に、随意活動に対する後反射阻止の現象と名付けることにしよう。これは反射活動が生じたことによる影響で、いままで続けられていた随意活動を減少させなければならない変化が被験者の内部に生じたことを示していると思えるのである。

ところで、この現象について実験後の被験者の内省を少し詳しく検討する必要があるように思われるのであるが、被験者の多くは“足が動いたことにびっくりして、そちらに注意がそれた”と報告をおこなった。つまり、自分の意志とかかわりなく行動が起こされたことに対するショックで、いままで握力の把持に対して向けられていた注意が一時的に分散するという現象がおこったらし

いことがわかるのである。しかし、被験者には一方で常にフィードバックを必要とする作業課題があたえられているので、この分散した注意はすみやかに回収されたものと作業水準を維持するための努力がなされる。そしてこれが作業の回復として記録されたのであろう。

つまり、随意活動に対する後反射阻止の現象は反射活動による生理的な反動などの現象というよりも、むしろ、上に述べたような心理的な注意の分散や回収の影響によると考えられるように思えるのである。さらに、実験条件の場合に起こった作業の大はばな低下については、このような心理的作用を繰り返すことによって、作業を集中的に行なうことが、かなり難かしくなった結果ではないかと推論することができる。

注意ということについてももう少し考えていこうと思うが、反射誘発刺激をあたえた時の、つまり、非常に近接して反射活動が起こった時の、随意活動に注目すると、そこでは刺激以前の活動水準が保たれて随意活動に特別な変化はみられていない。このことは反射活動それ自体は被験者の注意されない次元で起きることを示していて、上述のように、反射活動に対する注意は反射活動が生じたあとに急速に向けられるようなのである。

つまり、注意ということだけにかぎって随意活動と反射活動の関係を考察すると、反射活動は注意の配ばりが十分でない状況で生じてきて、そのなかでも特に、作業初期などの、いわゆる、非常に注意努力が必要とされる時には、多分、逆作用的に強い反射が得られるのではないかと考えられる。

ここではヒトの随意活動と反射活動のあいだの、ほんの一部の関係しか明らかにされなかったが、今後はさらに詳しく検討を行なうつもりである。

要 約

この実験の目的は、反射活動と随意活動の相互作用について検討することである。

被験者は、正常な 18 名の大学女子学生をもちいて、随意活動には一定握力把持課題を、また、反射活動として膝蓋腱反射の活動を同時に記録した。握力の負荷量は 4.7 kg の一定量として、24 秒間把持させ 5 回繰り返させた。

実験条件では把握作業と反射の検査を平行して行なった。つまり、作業開始後の 3, 8, 19 秒と、作業終了の 5 秒後に反射誘発刺激があたえられた。また、把握作業を行なわない時の反射活動だけが測定され、実験条件と交互に施行された (反射活動のコントロール条件)。1 週間後に把握活動だけの測定を行なった (随意活動のコントロール条件)。

その結果、まず、反射活動については、分散分析の結果から実験条件の方が強い反応が得られたが、それは第

1 から第 3 までの作業下の反応についてみられ作業終了後の第 4 刺激の反応では反射活動が低下した。なかでも第 1 刺激の反応は特に強かった。コントロール条件では第 3 刺激だけに比較的強い反応が現われた。なお、2 つの条件を比較すると第 1 と第 2 刺激に有意差がみられた。

次に、把握作業についてみると、分散分析の結果から実験条件の成績は目標からのずれが大きくコントロール条件より成績が悪いことが示された。さらに資料を詳しく検討すると、反射誘発刺激をあたえた時には把握作業に変化がないのに、刺激後の 1 秒から 2 秒までのあいだに作業の落ち込みがあって、しかしこれはその後急速にもとの水準にもどるという現象のみられることがわかった。

把握作業と反射活動のあいだのこの現象を随意活動に対する後反射阻止の現象と名付けたが、これには、被験者の内省から、注意の分散や回収ということが大きな役割りを果たしていると考えられた。さらに、作業中の反射活動の亢進や、そのなかでの初期の強い反射活動の亢進は、随意活動に対する注意集中のために、その逆の作用が現われているのではないかということが推察された。

引用文献

- Courts, F. A. 1939 The knee-jerk as a measure of muscular tension. *Journal of Experimental Psychology*, **24**, 520—529.
- Golla, F. L., & Antonovitch, S. 1929 The relation of muscular tonus and the patella reflex to mental work. *Journal of Mental Science*, **75**, 234—241.
- Lombard, W. 1887 The variations of the normal knee-jerk and their relation to the activity of the central nervous system. *American Journal of Psychology*, **1**, 2—71.
- Pinneo, L. R. 1961 The effects of induced muscle tension during tracking on level of activation and on performance. *Journal of Experimental Psychology*, **62**, 523—531.
- Tuttle, W. W. 1924 The effect of attention or mental activity on the patellar tendon reflex. *Journal of Experimental Psychology*, **6**, 401—419.
- 山本ひろ子 1973 脳性マヒの原始運動反射におよぼす心的かまへの影響 心理学研究, **43**, 299—306.
- 山本ひろ子 1974 反射運動の変容にみられる心理-生理的関連 心理学研究, **45**, 68—72.

—1975. 9. 25. 受稿—

SUMMARY

The purpose of this study was to investigate the interaction of voluntary and reflexive activities. Ss were 18 female college students.

Grasping a hand dynamometer at a predetermined level (4.7 kg) was employed as the task of voluntary activity. Knee-jerk was employed as the reflex activity, the measuring method being described in the previous report (Yamamoto, 1974).

In the experimental condition, the grasping task continued for 24 sec, intermediated three stimulations for knee-jerk at 3, 8, and 19 sec after the starting point. Moreover, the fourth stimulation was presented at 5 sec after the end of grasping period. The session was repeated 5 times, intermediated 36 sec rest period.

The knee-jerk response under no voluntary activity was measured (control condition for reflexive activity). The grasping response under no reflexive activity was measured (control condition for voluntary activity).

As the results of grasping task, the

analysis of variance of the grasping response amplitude indicated that the response for the experimental condition was more deviated from the predetermined level than that for the control condition. More detailed inspection of the data showed clearly that grasping strength fell down for 1 or 2 sec after the stimulation was presented, without any changes at the moment of stimulation, and then recovered its base level rapidly. This phenomenon was named the after-reflex-inhibition for the voluntary activity.

Amplitude of knee-jerk response for the experimental condition increased during the grasping period and decreased after it. Amplitude of the first knee-jerk response was the largest in the experimental condition. On the other hand, amplitude of the third response increased in the control condition.

These interactions between voluntary and reflexive activities were interpreted in terms of the attention.