人間唾液条件反射に於ける系の形成*

関西学院大学心理学研究室

内 藤 徹**

本研究は本研究室における、古武教授を中心として行われている条件反応研究の一部である。

問 題

我々の研究室に於いて此れ迄に、人間唾液条件反射に於ける形成、消去、汎化、分化、延滞、痕跡等に関する実験研究を次々に行つて来たが(15, 16)、更に進んで有意統制の問題に迄発展した(16)。此の結果、次の問題として幾つかの条件刺激による条件反射が同時に又は継次に形成出来る様な複雑な事態を取扱う研究—系の形成—が浮び上つて来た。

系の形成は Pavlov (17, p. 232)によつて始めて示された。即ち、犬に対し一定順序、一定時間間隔で4つの条件刺激に夫々条件反射を形成しておき、その上で条件刺激の呈示順序を変えると、数日間は総ての条件反射量が大きく減少した。此の実験成績から、彼は幾つかの条件刺激によつて同時に又継次に形成される条件反射は、単に夫々独立して形成されるだけでなく、此等の間に或る1つの全体的系が形成される——大脳皮質に「力学的系」が形成される——と考えた。そして大脳皮質は此れによつて刺激の把握、及び刺激の結合(積分)を行い、その刺激で起る常同的な活動を行うと考えた。

此の系に関する現在迄の研究を概観すれば、先ず Pavlov 門下による系の形成及び破壊に関する研究、即ち Soloveichik (17, p. 232), Anrep (17, p. 232), Vuirzhikovskiy (18, p. 98), Asratian 及び Skipin (14, p. 202)等の研究がある。又最近では Bykov (5, p. 73), Schastny 及び Mayorov (6)等による発展的な研究が行われている。日本では林藤研究室(7, pp. 43—45)の時間系及び空間系についての若干の研究を挙げる事が出来る。

以上の実験は Bykov 及び Mayorov の研究を除いて総て犬を被験体として行われた。我々の研究室では既に Pavlov 等の犬によつて得た条件反射活動の重要、且つ基礎的な法則が、人間の唾液反射を用いた場合にもみられる事を明らかにしたが、本実験では特に複雑な機制を持つて出現して来ると思われる系の形成に関する法則も

また、人間に於いてみられるかどうかという問題を先ず解決したい。

そこで本実験は、人間を被験体とした場合の系の形成の確認、次いで系の形成の機制に関する考察、及び今後の系の研究への手掛りを見出す事を目的とする。

方 法

装 置 我々の研究室で先に行われた「人間唾液条件反射に関する研究」(15, 16)に用いられたとほぼ同一の装置を用いた。

被験者 本学科男子学生9名。

手 続 実験は、第Ⅰ部は3つの陽性条件反射よりなる系の形成 (Case I), 第Ⅱ部は2つの陽性及び1つの陰性条件反射よりなる系の形成 (Case II, III, IV), 第Ⅲ部は3つの陽性及び1つの陰性条件反射よりなる系の形成 (Case V, VI, VII, VIII, IX)を取扱つた。そして各部は系の形成実験とテスト試行からなっている。

(1) **系の形成実験** 系の形成法は、夫々の条件反射を同時に形成して行くよりも、1つずつ順次に加えて系を形成する方が早く且つ容易に形成出来るので、後者の方法を取つた。系の形成実験完成規準は、各被験者によつて条件反射形成の難易が異り、その反射量も個人差が非常に顕著であつたので、強化回数又は反射量を規準とせず、条件反射量が2回続けて行われたテストで固有唾液量より充分大であり(陰性条件反射の場合はその反射量が他の陽性条件反射と比較して最低値を示す様になる)、且つ各条件刺激に対する反射量が、夫々その条件刺激の相対的な強さに従つて一定して来た場合とした*。

(2) **テスト試行** 系が形成された時、此の効果をテストする。テストをする方法としては、現在迄に下記のテスト(ii)(Asratian 及び Skipin (14, p. 202)の行つた方法)及び(iii)(Soloveichik (17, p. 232)の行つた方法)の2方法がある。しかし本研究では条件刺激呈示順序と

* 数個の条件反射を継次的に強化して行くと、その条件刺激の強度及び種類に応じて此等の条件反射量の間に差が出来、此の差の間に一定の傾向がみられる様になつて来る。此れに対して我々は条件反射量が夫々その条件刺激の相対的な強さに従つて一定して来るという表現を用いる。

* The serialization of salivary conditioned reflexes in human subjects.

** Toru Naito (Kwansei Gakuin University)

呈示時間間隔を一定にして条件反射を形成してあるので、順序と共に時間の要因が含まれている事を考慮して系の効果テストを行う必要がある。それ故上述の2方法（順序の要因に関連したテストと考える）の外に、新しく時間の要因に関連すると思われる下記のテスト(i)及び(iv)の2方法が加えられた。次に此等のテスト法を示す。

(i) 系を形成してある最初の条件刺激（第Ⅰ部：音、第Ⅱ、Ⅲ部：メトロノーム）を与えたのみで以後何等刺激を与えない。これにより、系を形成する全条件刺激を与えた時と同一の効果（系の効果）が現われるかどうかをみた。

(ii) テスト(i)で用いた最初の条件刺激を、系を形成している他の条件刺激の代りに、その夫々の条件刺激が与えられていたと同一時間間隔で与える。これにより、与えられた条件刺激の効果ではなく、系の効果が現われるかどうかをみた。

(iii) 系を形成している条件刺激の呈示順序を変える

Salivary secretion of the right parotid gland without extero-stimulation during 2min. (mean of two control test trials)

Case I	Case II	Case III	Case IV	Case V	Case VI	Case VII	Case VIII	Case IX
5 mm	5	6	13	3.5	9.5	16.5	14	4.5

（第Ⅰ部：〔音・光・皮膚刺激〕→〔皮膚刺激・音・光〕，第Ⅱ部：〔メトロノーム・音・皮膚刺激〕→〔音・皮膚刺激・メトロノーム〕，第Ⅲ部：〔メトロノーム・音・皮膚刺激・光〕→〔皮膚刺激・メトロノーム・光・音〕。これにより、系にどのような変化が起るかを見た。

(iv) 系を形成してある条件刺激の呈示時間間隔を変える（4.5分毎を2.5・2・9分に、4.5分毎を2.25分毎に変える）（Case VIIIのみ）。これにより、系のどのような変化が起るかを見た。

(3) 条件刺激・無条件刺激・条件刺激呈示時間間隔 条件刺激は第Ⅰ部：音（CR型低周波発振器による1000 c. p. s. 40dbを、1分間112に断続して与える），光（光源は40W電球，透視面はミルク色ガラス，長さ7cm，幅4cmの正十字形，被験者前方1mから呈示），皮膚刺激（バイブレーターによる60c. p. s.の振動，左手人差指先を刺激），第Ⅱ部：メトロノーム（1分間112拍節），音（600 c. p. s. 40dbの純音，陰性刺激とする），皮膚刺激（第Ⅰ部と同じ，左手手掌を刺激），第Ⅲ部：第Ⅱ部の条件刺激の後に第Ⅰ部と同じ光を加えた。（以後音はT，光はL，皮膚

刺激はTa，メトロノームはMで表わす）。刺激呈示時間間隔は第Ⅰ部は5.5分，第Ⅱ，Ⅲ部は4.5分。無条件刺激は第Ⅰ，Ⅲ部はカルピス（2.5倍に稀釈）1強化に10cc，第Ⅱ部はオレンジジュース1強化に5cc，条件刺激は全部共通に30秒間呈示，無条件刺激は条件刺激呈示開始5秒後に与えた。各試行間隔は30秒～1分。1日の強化試行数は1刺激の時平均8試行，2刺激の時平均3試行，3，4刺激の時平均2試行であつた。尙実験開始前に測定した固有唾液量と条件刺激に対する分泌量間にはどの被験者も殆んど差はなかつた。次に各被験者の固有唾液量を示す。

結果及びその考察

第Ⅰ部 三つの陽性条件反射よりなる系の形成

(1) 条件反射形成の結果（Case I）

条件反射形成のため，Tに35日，T・Lに12日，T・L・Taに8日，計55日を要した。次に此の最後に行つたテスト結果を示す。

Table 1 Conditioned reflexes in Case I when the series-formation of CRs was established

Time-interval between separate stimuli (min.)	Conditioned stimulus during 30 seconds	Salivary secretion during 2 min. (mean secretion of two test trials (mm))
—	Tone	74
5.5	Light	56
5.5	Tactile	101

Table 1 から条件反射量の間に $Ta > T > L$ の傾向がみられた。

(2) 最初の条件刺激を与えたのみで以後何等刺激を与えない時の結果。

Table 2 の結果は2番目以後の条件刺激が与えられなかつたにも拘らず Table 1 と同一傾向を示している。此の事は3つの条件反射が唯単独に形成されているのではなく，1つの系を形成している事を示している。

(3) 3つの条件刺激を与える代りにTのみを3回与えた時の結果。

此のテストは系が充分形成されていれば、T の効果ではなく系の効果が現われるであろうとの仮定のもとに行つたのであるが、Table 3 の示す傾向は $T_1 > T_3 > T_2$ で、Table 1 と比較すれば T_1 と T_3 が反対である。しかし T_2 が最少値で、しかも $T > T_2$ である点では Table

Table 2 Salivary secretion in the case where only the first CS in the series was applied and the successive CSs were not followed

Time-interval (min.)	Conditioned stimulus during 30 seconds	Salivary secretion during 2 min. (mean secretion of two test trials (mm))
—	Tone	48
5.5	—	47.5
5.5	—	53.5

(4) 3つの条件刺激呈示順序を変えた時の結果

Table 4 テスト試行1では、順序を変えたにも拘らず系の効果が現われており、テスト試行2では系の効果が消えて夫々の条件刺激の効果が現われている。故にテスト試行の行われている間に系が破壊されて夫々の条件刺

Table 3 Salivary secretion in the case where, as a substitute for the CSs, Tone was applied successively at 5.5 min. intervals

Time-interval between stimuli (min.)	Conditioned stimulus during 30 seconds	Salivary secretion during 2 min. (mean secretion of two test trials (mm))
—	Tone ₁	60.5
5.5	Tone ₂	35.5
5.5	Tone ₃	37

Table 4 Salivary secretion in the case where the order of the stimulus presentation in the series was changed

Test trial 1			Test trial 2			Mean secretion of two test trials (mm)
Time	Conditioned stimulus during 30 seconds	Salivary secretion during 2 min. (mm)	Time	Conditioned stimulus during 30 seconds	Salivary secretion during 2 min. (mm)	
1.40' p.m.	Tactile	14	1.54' p.m.	Tactile	49	31.5
1.45', 30"	Tone	9	1.59', 30"	Tone	40	24.5
1.51'	Light	28	2.05'	Light	15	21.5

Table 5 Conditioned reflexes in Case II, III, and IV when the series-formation of CRs was established

Subjects	Time-interval between separate stimuli (min.)	Conditioned stimulus during 30 seconds	Salivary secretion during 2 min. (mean secretion of two test trials (mm))
Case II	—	Metronome	80
	4.5	Tone (-)	38
	4.5	Tactile	65.7
Case III	—	Metronome	50.5
	4.5	Tone (-)	0
	4.5	Tactile	36.5
Case IV	—	Metronome	95
	4.5	Tone (-)	19
	4.5	Tactile	48.5

1 と同傾向であるから系の効果が現われている としてよい。尚、 T_1 と T_3 が反対の傾向を示した理由として、もし系の効果に3つの条件刺激の代りに与えられた T の効果が或る程度増加すると考えれば、系の効果に、同一条条件刺激 T を3回呈示した事による消去効果が附加したために、 T_3 が減少して反対の傾向を示したと考えられる。

激の効果のみが残つたと考えられる。

次に夫々の条件反射量の間により 明確な差を与えるために陰性条件反射を挿入した。

第II部 2つの陽性及び1つの陰性条件反射よりなる系の形成

(5) 条件反射形成の結果 (Case II, III, IV)

Table 6 Salivary secretion in the case where only the first CS in the series was applied and the successive CSs were not followed

Subjects	Time-interval (min.)	Conditioned stimulus during 30 seconds	Salivary secretion during 2 min. (mean secretion of two test trials (mm))
Case II	—	Metronome	41
	4.5	—	6.5
	4.5	—	20.5
Case III	—	Metronome	22.5
	4.5	—	1
	4.5	—	16.5
Case IV	—	Metronome	75.5
	4.5	—	15.5
	4.5	—	44.5

Case II に於いては、条件反射形成のために、Mに14日、M・Tに12日、M・T・Taに8日、計34日、Case IIIは、Mに25日、M・Tに12日、M・T・Taに10日、計47日、Case IVは、Mに7日、M・Tに6日、M・T・Taに12日、計25日を要した。次に此等の最後に行つたテスト結果を示す。

Table.5 より3被験者共に $M > Ta > T$ の傾向を示している。

本研究に於ける系の形成の効果の検討に当つて、用いた条件刺激の強度及び種類に応じて条件反射量に差の生じる事を確めておく必要がある。Case I の結果では条件反射量が夫々その条件刺激の相対的な強さに従つて一定して来る事が認められた。しかし本実験事態では、条件刺激を T, L, Ta と順次加えて系を形成したのであるから、その結果は夫々の条件刺激のもつ相対的な強さを示すよりは、強化数の異なる事からの効果を示すのではないかとの疑問が生じる。しかし最後に系に加えられた Ta の反射量が最大値を示した事は、やはり条件刺激の

強度の効果の方が強く現われたためではないかという事、及び林藤研究室(8, p. 69)で確められた結果から此の疑問は否定される。又Case II, III, IVでは陰性条件刺激を入れる事により系の形成の効果の検討の必要条件是十分に満された。

(6) 最初の条件刺激を与えたのみで以後何等刺激を与えない時の結果。

Fig. 1. Salivary secretion in Case IV for the same test given in Table 6.

(a) Metronome was applied

(b) no CS (Tone) (c) no CS (Tactile)

Table 7 Salivary secretion in the case where, as a substitute for the CSs, Metronome was applied successively at 4.5 min. intervals

Subjects	Time-interval between stimuli (min.)	Conditioned stimulus during 30 seconds	Salivary secretion during 2 min. (mean secretion of two test trials (mm))
Case II	—	Metronome ₁	58
	4.5	Metronome ₂	2
	4.5	Metronome ₃	30
Case III	—	Metronome ₁	20.5
	4.5	Metronome ₂	0.5
	4.5	Metronome ₃	17.5
Case IV	—	Metronome ₁	89.5
	4.5	Metronome ₂	6.5
	4.5	Metronome ₃	26.5

Table 6 の結果は Table 5 と同傾向である事から、Case I と同様系の効果が現われたとしてよい。次に Case IV テスト試行 2 の結果を示しておく (Fig. 1.)。

(7) 3つの条件刺激を与える代りに M のみを 3 回与えた時の結果。

Table 7 は Table 5 と同一傾向であり、Case I と共に系の効果が現われている。次に、Case II テスト試行 1, 2 の結果を示す。

次に更に多くの条件反射よりなる系の形成につき検討した。

第 III 部 3 つの陽性及び 1 つの陰性条件反射よりなる系の形成

(9) 条件反射形成の結果 (Case V, VI, VII, VIII, IX)
Case V に於いては条件反射形成のために、M に 7 日、M・T に 3 日、M・T・Ta に 3 日、M・T・Ta・L に 8 日、計

Table 8 Salivary secretion in Case II for the same test given in Table 8

Test trial 1			Test trial 2		
Date & Time	Conditioned stimulus during 30 seconds	Salivary secretion during 2 min. (mm)	Time	Conditioned stimulus during 30 seconds	Salivary secretion during 2 min. (mm)
June 10.15' a.m.	Metronome ₁	66	10.27' a.m.	Metronome ₁	50
10.19', 30"	Metronome ₂	4	10.31', 30"	Metronome ₂	0
10.24'	Metronome ₃	30	10.36'	Metronome ₃	30

Table 9 Salivary secretion in the case where the order of the stimulus presentation in the series was changed

Test trial 1			Test trial 2			Mean secretion of two test trials (mm)
Time	Conditioned stimulus during 30 seconds	Salivary secretion during 2 min.(mm)	Time	Conditioned stimulus during 30 seconds	Salivary secretion during 2 min.(mm)	
Case II						
10.35' a.m.	Tone (-)	9	10.47' a.m.	Tone (-)	21	15
10.39', 30"	Tactile	42	10.51', 30"	Tactile	22	32
10.44'	Metronome	74	10.56'	Metronome	14	44
Case III						
4.55' p.m.	Tone (-)	30	5.07' p.m.	Tone (-)	13	21.5
4.59', 30"	Tactile	9	5.11', 30"	Tactile	8	8.5
5.04'	Metronome	21	5.16'	Metronome	12	16.5
Case IV						
9.40' a.m.	Tone (-)	30	9.52' a.m.	Tone (-)	11	20.5
9.44', 30"	Tactile	13	9.56', 30"	Tactile	8	10.5
9.49'	Metronome	31	10.01'	Metronome	60	45.5

(8) 3つの条件刺激呈示順序を変えた時の結果

Case II に於いてはテスト試行 1 で既に系の効果はみられず、唯夫々の条件刺激の効果のみ現われている。テスト試行 2 では何等明瞭な傾向をみる事が出来ない。Case III では、テスト試行 1, 2 共に系の効果がみられる。Case IV では、テスト試行 1, 2 共に同傾向を示しており、系の T (-) の位置に来た Ta に対する反射量が一番少く、又 M に対する反射量が一番多い。此の事は系の効果が完全に失われてはいないが、一方夫々の条件刺激の効果が現われていると考えられる。

21 日、Case VI は、M に 11 日、M・T に 6 日、M・T・Ta に 5 日、M・T・Ta・L に 9 日、計 31 日、Case VII は、M に 11 日、M・T に 9 日、M・T・Ta に 6 日、M・T・Ta・L に 13 日、計 39 日、Case VIII は、M に 17 日、M・T に 7 日、M・T・Ta に 14 日、M・T・Ta・L に 18 日、計 56 日、Case IX は、M に 16 日、M・T に 10 日、M・T・Ta に 8 日、M・T・Ta・L に 14 日、計 48 日を要した。次に系の形成実験の最後に行つた条件反射テストの結果を示す。

Case VII 以外の被験者は総て M > L > Ta > T の傾向を示した。Case VII が Ta > L となつた理由としては、条件

Table 10 Conditioned reflexes in Case V, VI, VII, VIII, and IX when the series-formation of CRs was established

Subjects	Time-interval between separate stimuli (min.)	Conditioned stimulus during 30 seconds	Salivary secretion during 2 min. (mean secretion of two test trials (mm))
Case V	—	Metronome	47
	4.5	Tone (—)	4.5
	4.5	Tactile	38.5
	4.5	Light	44
Case VI	—	Metronome	127
	4.5	Tone (—)	44.5
	4.5	Tactile	59.5
	4.5	Light	82.5
Case VII	—	Metronome	48.5
	4.5	Tone (—)	19
	4.5	Tactile	36
	4.5	Light	34.5
Case VIII	—	Metronome	67
	4.5	Tone (—)	10
	4.5	Tactile	42.5
	4.5	Light	58.5
Case IX	—	Metronome	45
	4.5	Tone (—)	4.5
	4.5	Tactile	19
	4.5	Light	24.5

Table 11 Salivary secretion in the case where only the first CS in the series was applied and the successive CSs were not followed

Subjects	Time-interval (min.)	Conditioned stimulus during 30 seconds	Salivary secretion during 2 min. (mean secretion of two test trials (mm))
Case V	—	Metronome	39
	4.5	—	3
	4.5	—	28
	4.5	—	32.5
Case VI	—	Metronome	46.5
	4.5	—	7.5
	4.5	—	29
	4.5	—	43.5
Case VII	—	Metronome	57.5
	4.5	—	11
	4.5	—	37.5
	4.5	—	35.5
Case VIII	—	Metronome	64.5
	4.5	—	9.5
	4.5	—	32.5
	4.5	—	34
Case IX	—	Metronome	25.1
	4.5	—	1
	4.5	—	18.5
	4.5	—	21

反射形成程度が他の被験者とだいたい同じであるから、被験者の個体条件の違いによると考えられる。尙、Case I では $Ta > L$ の傾向を示したが、Table 10 では Case VII を除いて反対の傾向を示した。此の原因は、Case I では Ta を被験者の左手人差指先に、Table 10 の場合は被

るが、Table 10 の Case VII の傾向と比較すると同一であるから系の効果が現われているといえる。

(11) 4つの条件刺激を与える代りに M のみ4回与えた場合の結果。

Table 12 より3名の被験者に共通して M_1 は最大の値

Table 12 Salivary secretion in the case where, as a substitute for the CSs, Metronome was applied successively at 4.5 min. intervals

Subjects	Time-interval between stimuli (min.)	Conditioned stimulus during 30 seconds	Salivary secretion during 2 min. (mean secretion of two test trials (mm))
Case V	—	Metronome ₁	58
	4.5	Metronome ₂	14
	4.5	Metronome ₃	25.5
	4.5	Metronome ₄	19.5
Case VI	—	Metronome ₁	51
	4.5	Metronome ₂	11
	4.5	Metronome ₃	17.5
	4.5	Metronome ₄	19
Case VII	—	Metronome ₁	32
	4.5	Metronome ₂	6
	4.5	Metronome ₃	21
	4.5	Metronome ₄	19.5

Table 13 Salivary secretion in the case where the order of the stimulus presentation in the series was changed

Test trial 1			Test trial 2			Mean secretion of two test trials (mm)
Time	Conditioned stimulus during 30 seconds	Salivary secretion during 2 min.(mm)	Time	Conditioned stimulus during 30 seconds	Salivary secretion during 2 min.(mm)	
Case V						
1.10' p.m.	Tactile	45	1.27' p.m.	Tactile	3	24
1.14', 30"	Metronome	30	1.31', 30"	Metronome	2	16
1.19'	Light	17	1.36'	Light	10	13.5
1.23', 30"	Tone (-)	7	1.40', 30"	Tone (-)	1	4
Case VI						
12.10' a.m.	Tactile	65	12.27' a.m.	Tactile	15	40
12.14', 30"	Metronome	3	12.31', 30"	Metronome	6	4.5
12.19'	Light	20	12.36'	Light	22	21
12.23', 30"	Tone (-)	32	12.40', 30"	Tone (-)	51	41.5
Case VII						
1.35' p.m.	Tactile	7	1.52', 30"p.m.	Tactile	5	6
1.39', 30"	Metronome	7	1.57'	Metronome	2	4.5
1.44'	Light	38	2.01', 30"	Light	27	32.5
1.48', 30"	Tone (-)	9	2.06'	Tone (-)	20	14.5

験者の左手手掌に与えた事にあると思われる。

(10) 最初の条件刺激を与えたのみで以後何等刺激を与えない時の結果。

Table 11 の示す傾向は Case VII を除いて Table 10 と同じである。Case VII も他の被験者の傾向と異つてい

を示し、 M_2 は最少の値を示している点で Table 10 と同様であり、更に Case VI 及び Case VII は Table 10 の此等各々の被験者の傾向と全く同一である事から、系の効果が強く現われているといえる。Case V は $M_3 > M_4$ で Table 10 の結果と反対になった。此れは Case I に於い

てみられたと同様の傾向であり、此れは（第Ⅰ部—(3)）で述べたと同様の理由によると思われる。尙 Case VII は Table 10, 11, 12 を通じて同一傾向を示した事は、やはり系が形成されているとしてよいであろう。

(12) 4つの条件刺激呈示順序を変えた時の結果。

Table 9 の結果と同様、各被験者はそれぞれ異つた傾向を示している。Case V のテスト試行1では M の位置に於ける Ta に対する反射量が最大値を示している事から系の効果が、又 T に対しては最少値を示している事から夫々の条件刺激の効果が現われていると考えられる。しかしテスト試行2では何等明瞭な傾向を示していない。Case VI のテスト試行1では系の効果がはつきり現われており、テスト試行2ではやや系の効果がくずれている。Case VII ではテスト試行1, 2共に何等明瞭な傾向をみ

は系では T と L が呈示されていた。テスト試行1で2.5分目に T, 次いで2分目に Ta を与えると、その反射量は $T > Ta$ の傾向を示した。此の事は、夫々の条件刺激が系に於けると同一順序及び同一時間間隔で呈示されない限り、その真の効果を示さない事を意味している。一方 Ta に対しては最少の値を示しているが、此れは夫々の条件刺激の効果ではなく系の効果が現われたと考えられる。引続き行つたテスト試行には明瞭な傾向は認められない。此の事は時間間隔の変化も又系を破壊する様に働くと思われる。その後再び回復するのを待つてテスト試行3, 4を行つた。此処で Ta の与えられた位置は系に於ける T の位置であつた。此の結果もテスト試行1と同様その反射量は $T > Ta$ の傾向を示しており、T は陰性効果を示さず、Ta は系の効果によって減少したと考えら

Table 14. Salivary secretion in the case where the intervals of the stimulus presentation in the series were changed

Test trial 1			Test trial 2			Mean secretion of two test trials (mm)
Time-intervals between stimuli (min.)	Conditioned stimulus during 30 seconds	Salivary secretion during 2 min.(mm)	Time-intervals between stimuli (min.)	Conditioned stimulus during 30 seconds	Salivary secretion during 2 min.(mm)	
—	Metronome	57	—	Metronome	24	40.5
2.5	Tone (—)	24	2.5	Tone (—)	30	27
2	Tactile	16	2	Tactile	30	23
9	Light	30	9	Light	16	23

Test trial 1			Test trial 2			Mean secretion of two test trials (mm)
Time-intervals between stimuli (min.)	Conditioned stimulus during 30 seconds	Salivary secretion during 2 min.(mm)	Time-intervals between stimuli (min.)	Conditioned stimulus during 30 seconds	Salivary secretion during 2 min.(mm)	
—	Metronome	53	—	Metronome	12	32.5
2.25	Tone (—)	30	2.25	Tone	26	28
2.25	Tactile	23	2.25	Tactile	48	35.5
2.25	Light	15	2.25	Light	42	28.5

る事は出来ない。此れは系が破壊されて条件反射が混乱したものと思われる。

以上 Case I から Case VII 迄の結果を総合すると、条件反射形成程度はほぼ同一であるから、順序を変えた影響は各被験者によつて異なると考えられる。そこで順序を変えた結果現われる傾向は次の4つに分類出来た。1) 系の効果が現われる (Case III, VI)。2) 夫々の条件刺激の効果が現われる (Case II)。3) テスト試行の行われている間に、系の効果が始めに現われ、次に夫々の条件刺激の効果が現われる。又は同時に両方の効果が混合して現われる (Case I, V, IV)。4) 系が破壊されて、条件反射量が減少又は増大して何等明瞭な傾向を示さない (Case VII)。

(13) 条件刺激呈示時間間隔を変えた時の結果。

Table 14, テスト試行1, 2に於いて、Ta と L の位置

れる。一方更に2.25分目に与えた L は本来陽性条件刺激であるが、此処では最少の値を示した。此の事によつて陽性、陰性両条件刺激の場合について、夫々の条件刺激が系に於けると同一順序及び同一時間間隔で呈示されない限り、その真の効果を現わさない事を示している。尙テスト試行4の結果は先と同様系が破壊されたと考えられる。

論 議

最初の条件刺激を与えたのみで以後何等刺激を与えない時の結果は、Table 2, 6, 11, Fig.1 で明らかな様に系の効果がみられた。此の事から、一定の順序及び一定時間間隔で形成した条件反射は、もはや種類を異にした別々の条件反射ではなく、1つの系が形成されて、最初の条件刺激を与えるだけで系全体の効果が得られるも

のと考えられる。次に最初の条件刺激を、夫々の条件刺激が与えられていたと同一時間間隔で与えた時、Case II, III, IV, VI, VII では系の効果がはつきり現われた。しかし Case I と Case V に於いては、共に最後に与えた条件刺激に対する反射量が減少した。此の事については結果及びその考察（第 I 部—(3)）に於いて述べた理由によるものと思われる。

系の条件刺激呈示順序を変えた結果は、各被験者間に一致した傾向をみる事は出来ないが、4つの傾向に分類する事が出来る。此の事については後で論じる。とにかく呈示順序を変える事によつて系に変化が起つた事は、系の形成に順序の要因が強く作用している事を示している。又系の条件刺激呈示時間間隔を $\frac{1}{2}$ の等間隔及び異つた間隔に変える事によつて、第1に、条件刺激は系の形成時と同一時間間隔の時のみ眞の効果を現わすという事を陽性、陰性両条件刺激について確める事が出来た。第2に、時間間隔の変化も又系を混乱・破壊させる様に働く事が明らかとなつた。それ故系の形成に時間要因が強く作用している事が示された。

以上の事実から人間を被験体として、系の形成の事実を確認する事が出来たが、次に本実験事態に於いて系はどの様な機制で形成されたかという問題について考えてみたい。

本実験では一定順序及び同一時間間隔という条件のもとに系を形成したのであるが、ここで「順序」という事は刺激質に関係し、「時間間隔」という迄もなく時間に関係している。Pavlov (17, p. 103) は時間をも条件反射形成の動因と考えている。しかし勿論時間が単独で条件刺激となるのではなく、一定の時間間隔に対して条件反射が形成されるわけである。故にもし一定の時間間隔で無条件刺激を繰返し与えると、その時間を条件刺激として時間条件反射が形成される。本実験の場合には同一時間毎に無条件刺激が与えられているのであるから、当然時間条件反射が形成されたと考えられるのである。一方此の同一時間間隔毎に各種の条件刺激が一定順序で呈示されていた。しかも此等条件刺激には無条件刺激が伴われているから夫々条件反射が形成されている。それ故此等の条件反射は時間条件反射の基礎の上に形成されたと考えられる。此の事は本実験結果から充分いえると思う。又 Pavlov (17, p. 41) の時間条件反射に関する実験からもいえるであろう。

要するに本実験の場合には時間条件反射の形成と同時に

に夫々同じ無条件刺激と外刺激（系を形成している条件刺激）が結びついて複合条件反射を形成し、此れによつて系を形成したのだ。即ち Pavlov (17, p. 202) のいう複雑な力学的系は時間条件反射を媒介として形成されたと考えられる。又此の意味で時間系が形成されたといえるであろう。

次に系の混乱、破壊について考えると、Soloveichik (14, p. 202) は犬に於ける実験で、順序を変えた影響は所謂「神経系統の弱い型」の動物によくみられたと述べているが、此の事から、系の混乱・破壊事態に被験者をおく事によつて、その被験者のもつ神経系統の特性を知る事が出来るのではないかと思われる。本実験での系の混乱・破壊の4つの傾向のうち、系が破壊されて、条件反射量が減少又は増大して何等明瞭な傾向を示さなかつた被験者は神経系統の弱い型に属するのではないかという様を考えて行けば、今後の研究によつて Pavlov の神経系統の型(17, p. 284) との関連性も明らかにする事が出来ると思う。

更に本実験の場合の様に系の条件刺激呈示順序及び呈示時間間隔を変えて新らしく系を形成する場合には、Vuirzhikovskiy (18, p. 99., p. 101) が報告している様に、ただ強い神経系統の型をもつ動物だけが耐える事が出来、弱い神経系統の型を持つ動物では神経症が起る事がある。人間の場合どの様になるかは今後の研究に待たねばならないが、要するに系の形成、混乱、破壊、及び新しい系の組替えの過程を研究に豊富な手掛りが得られるのではないかと思う。最近発表された M. S. Kolesnikov & V. A. Troshikhin (13) の論文によると、詳細を知る事は出来ないが、犬の高次神経活動の型を決定するための試験規準の中に、系の形成及びその種々の変化テストの手法が取入れられている様であるが、此れは今後の研究の一方を示唆しているものと思われる。

以上本実験で検討して来た系に関する客観的法則を、我々人間の複雑な日常行動理解のための1つの足場として、今後の問題の発展のために手掛りを求めて行くためには、どうしてもオペラント条件付けの立場に於ける研究も必要となる。此の立場に於いては、系に関連した問題は Skinner (19, pp. 32, 52, 102), Hull (10, p. 349—380, 11, pp. 156—191), Hilgard (9, p. 207—227), Keller & Schoenfeld (12, pp. 197—230) 等によつて取扱われて来たが、最近 Arnold (1, 2, 3, 4) の連鎖についての探索的研究により、連鎖の形成と破壊の一層詳細な研究が可能となつた。従つて今後我々とオペラント条件付け両面から系の形成・破壊の実験的、理論的研究が望まれる。

結 論

人間を被験体として、系の形成の事実を次の諸点から確認する事が出来た。1) 系に於ける最初の条件刺激を与えたのみで以後何等刺激を与えなくても、系の効果が現われた。2) 同じく最初の条件刺激を、他の条件刺激の代りに、系の形成時と同一時間間隔で与えると、その条件刺激の効果よりも系の効果が強く現われた。3) 条件刺激呈示順序を変えると、系は混乱した。そしてその混乱の仕方は4つの傾向に分類する事が出来る。4) 条件刺激呈示時間間隔を変えた結果、系の形成時と同一時間間隔で与えられなければ夫々の条件刺激の真の効果を現わさないという事がわかった。尚此の場合も系は混乱した。次に本実験事態では、時間条件反射の形成と同時に、此の条件反射の無条件刺激と外刺激（系を形成している夫々の条件刺激）が結合して複合条件反射を形成し、此れによつて系が形成されたと考えられる。系の混乱・破壊の時に現われた4つの傾向は Pavlov の神経系統の型と何等かの関連があるかもしれない。そして此の傾向の型の研究は今後条件反射を指標とした型の研究に役立つと思われる。

文 献

- 1) Arnold, W. J. : Simple reaction chains and their integration. I. Homogeneous chaining with terminal reinforcement. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1947, **40**, 349—363.
- 2) Arnold, W. J. : Simple reaction chains and their integration. II. Heterogeneous chaining with terminal reinforcement. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1947, **40**, 427—440.
- 3) Arnold, W. J. : Simple reaction chains and their integration. III. Heterogeneous chaining with serial reinforcement. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1948, **41**, 1—10.
- 4) Arnold, W. J. : Simple reaction chains and their integration. IV. Homogeneous chaining with serial reinforcement. *J. comp. physiol. Psychol.*, 1951, **44**, 276—281.
- 5) Bykov, K. M. : 大脳皮質と内臓器官. 英徳社, 1955. (京大ソ医研訳)
- 6) Bykov, K. M. : パヴロフ学説の現状. 自然, 中央公論社, 1955, **5**, 35—36.
- 7) 林 麟 : 条件反射学応用論. 評論社, 1950.
- 8) 林 麟 : 条件反射. 岩波書店, 1951.
- 9) Hilgard, E. R., & Marquis, D. G. : *Conditioning and learning*. New York, Appleton-Century-Crofts.
- 10) Hull, C. L. : *Principles of behavior*. New York, Appleton-Century-Crofts, 1943. pp. 394—380.
- 11) Hull, C. L. : *A behavior system : An introduction to behavior theory concerning the individual organism*. New Haven, Yale Univ. Press, 1952.
- 12) Keller, F. S., & Schoenfeld, W. N. : *Principles of psychology*. New York, Appleton-Century-Crofts, 1950.
- 13) Kolesnikov, M. S., & Troshikhin, V. A. : イヌの高次神経活動の型を決定するための試験の標準. 高次神経活動雑誌, 1951, **1**, 5, 739—743. (条件反射研究会訳)
- 14) Konorski, J. : *Conditioned reflexes and neuron organization*. Cambridge Univ. Press, 1948. (Trans. by S. Garry)
- 15) 古武彌正 : 人間について条件反応研究の十箇年. 脳研究, 1950, **6**, 135—160.
- 16) 古武彌正 : 人間における条件反射の心理・生理学的研究. 心研, 1951, **21**, 1—16.
- 17) Pavlov, I. P. : *Conditioned reflexes*. London, Oxford Univ. Press, 1927. (Trans. by G. V. Anrep)
- 18) Pavlov, I. P. : *Conditioned reflexes and psychiatry*. New York, International, 1941.
- 19) Skinner, B. F. : *The behavior of organisms : An experimental analysis*. New York, Appleton Century Crofts, 1938.