慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	標的提示キーつき定間隔スケジュールにおけるハトのスケジュール誘導性攻撃行動：攻撃行動が発現しなかった事例の報告
Sub Title	Failure to demonstrate schedule-induced aggression under fixed interval schedules with target presentation key
Author	望月, 要(Mochizuki, Kaname)
Publisher	慶應義塾大学大学院社会学研究科
Publication year	1994
Jtitle	慶応義塾大学大学院社会学研究科紀要：社会学心理学教育学 (Studies in sociology, psychology and education). No.39 (1994.) ,p.13- 20
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	論文
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN0006957X-00000039-0013

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

標的提示キーつき定間隔スケジュールにおける ハトのスケジュール誘導性攻撃行動

——攻撃行動が発現しなかった事例の報告——

Failure to Demonstrate Schedule-Induced Aggression under Fixed Interval Schedules with Target Presentation Key

望　月　　要*
Kaname Mochizuki

When given intermittent access to a positive reinforcer, some species engage in aggressive behavior toward a conspecific target or certain inanimate objects in the experimental chamber. This behavior is known as schedule-induced aggression (SIA). Cherek *et al.* (1973) showed that engaging in SIA could function as a positive reinforcer to maintain key pecking. When pigeons were exposed to response-initiated FI schedules, they would respond on a second key to produce a target. As was the case with aggressive target contact, responding on this target key was highest at inter-food intervals of 2 or 3 min. and occurred primarily after food presentation. In this paper, failure to replicate Cherek's results is reported. All four pigeons in this experiment responded on a second key to produce a conspecific target, but they never showed any aggressive behavior to the target. Results are discussed in terms of the interaction between operant responses and schedule-induced behaviors.

はじめに

強化スケジュール (reinforcement schedule) は，強化子が随伴された行動の生起頻度を強力に制御する (Ferster & Skinner, 1957) と同時に，直接強化子が随伴されてはいない行動の生起頻度に対しても大きな影響を与える。間欠強化 (intermittent reinforcement) スケジュールの下におかれたラットが，通常の数倍量もの水を摂取するスケジュール誘導性多飲 (schedule-induced polydipsia: SIP) や (Falk, 1966)，ハトが他個体に対して攻撃的な行動を示すスケジュール誘導性攻撃 (schedule-induced aggression: SIA) は (Azrin, Hutchinson, & Hake, 1966)，その代表例として広く知られている。このように，その行動自体には強化子が随伴しないにも拘わらず，個体が食餌強化スケジュールの下におかれることで著しく出現頻度が高まる行動は，一般にスケジュール誘導性行動 (schedule-induced behavior: SIB) あるいは付随的行動 (adjunctive behavior) と呼ばれる (Falk, 1971)。

SIB は一般に，強化スケジュールの種類とは関係なく，間欠的な食餌提示により生じ，以下のような行動上の特徴により定義される。(1) スケジュールが実施されることで SIB の頻度が増加する。(2) 食餌提示間隔が中程度 (2 分から 4 分程度) の時に SIB の頻度が最大となり，食餌提示間隔と SIB 頻度の間には逆 U 字型の関係が成立する。(3) 食餌提示間隔における SIB の時間分布をみると，SIB は食餌提示直後に集中して生じる傾向がある (Looney & Cohen, 1982)。

Cherek, Thompson, & Heistad (1973) は，ハトの SIA において，SIA に従事する機会を得ることが，他のオペラント行動の強化子として機能することを示した。Cherek らは，定間隔 (fixed-interval: FI) ないし定時間 (fixed-time: FT) スケジュールにより間欠的に食餌強化される反応キーの他に，もう 1 つの反応キーを設けた。被験体がこのキーに 1 回ないし 2 回反応すると，攻撃標的との間の透明な仕切りが開き，被験体ハトは標

* 慶應義塾大学文学部非常勤講師（実験的行動分析（実験心理学））

的ハトを攻撃することができた。実験の結果，4 羽の被験体ハトは，いずれもこの第 2 のキーに対して反応を示し，仕切りが開くと標的に対する攻撃を行なった。この第 2 キーに対する反応は，FI 値との関係においても，強化間間隔における時間分布においても，SIA と極めて類似した特徴を示した。また第 2 キー反応は SIA と同様に，標的が提示されない条件や食餌スケジュールを実施しない条件では減少し，生じなくなった。この研究は SIA の機会を提示されることが，他のオペラント行動の強化子として機能することを明確に示した点で，SIA 研究に重要な貢献をした。

本研究では，Cherek らの実験手続をほぼ踏襲して，その追試を行ない，Cherek らとは著しく異なる結果を得た。以下，その実験の詳細を述べ，実験結果に差を生み出した原因について検討を加える。

方　　法

被験体

実験にはオスのデンショバト (*Columba livia domestica*) 5 羽 (EH96, NB01, NB14, NB87, OB93) を用い，このうち EH96 を攻撃の標的とし，残り 4 羽を被験体として使用した。実験時の年齢は被験体ハトは全て 2 歳，標的の EH96 は 11 歳であった。被験体ハト 4 羽には実験歴はなかったが，標的ハトは以前に攻撃行動を伴わない SIB 実験の被験体を経験していた。5 羽のハトは個別ケージで飼育し，実験期間中は自由摂食時体重の 75% の体重を維持するよう食餌制限を行った。実験中の体重は 4 羽の被験体ハトの平均が 357 g (最大 384 g, 最小 317 g)，標的ハトが 358 g であった。なお飼育ケージ内では水と鉱物飼料（プラスリン）は自由に摂取することができた。

装置

実験には開閉式の標的提示窓を付けたオペラント実験箱を使用した (Fig. 1)。実験箱は縦・横・高さが 30 cm の大きさで，正面壁に 2 つの反応キーを設け，向かって左側のキーを食餌キー，右側のキーを第 2 キーとした。各キーの直径は 2.5 cm で，床から 20 cm の高さに水平に並び，2つのキーの間隔は中心間で 12 cm であった。両キーとも背後より 12 V 直流白熱電球で橙色に照明した。キーの下方に給餌器開口部を設けた。開口部は縦 4.5 cm・幅 3 cm で，正面壁の中心，床面から 7 cm の高さにあった。実験中の強化提示は，この開口部に麻の実が入った給餌器を 4 秒間提示することで行なった。強化提示中は給餌器開口部を 12 V 直流白熱電球により照明した。

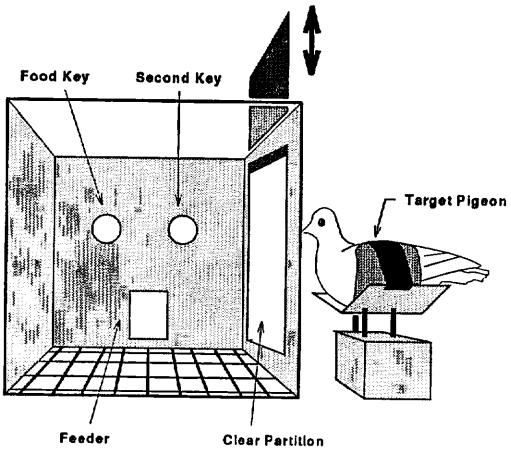

Fig. 1　実験に使用した標的提示窓つきオペラント実験箱。正面パネル左手の壁の提示窓は遮蔽板で覆われているが，被験体が第 2 キー（右側のキー）に 1 反応すると 20 秒の間遮蔽板が上がり，標的ハトが提示された。

正面右手の壁に，縦 15 cm・横 15 cm の標的提示窓を設けた。標的提示窓は壁面中央，床面から 8 cm の高さにあった。窓の外側には透明アクリル板製のパネルを，上部を丁番で固定して吊り下げた。パネル下端には左右 2 箇所にマイクロスイッチを取り付け，被験体がパネルをつついたり翼で打ったりするとスイッチが作動するように調整した。今回の実験では，この 2 個のマイクロスイッチのうち 1 個以上のスイッチを作動させるような反応を攻撃反応と定義し，その頻度を測定した。透明パネルの外側に艶消し黒色の遮蔽板を取り付けた。遮蔽板はモータにより上下に動き，下がった位置では提示窓全体を覆うことができた。

標的ハトは実験箱の外に設けたベッドの上に置いた。標的ハトに布製のハーネスを被せ，これを幅 5 cm のベルクロ製テープでベッドに固定した。このときの標的ハトの位置は，嘴前端から標的提示窓の透明パネルまでの距離が約 5 cm，嘴の高さは実験箱床面から約 15 cm であった。

実験箱は発泡スチロール製の簡易防音箱に収め，実験中は実験室の天井灯 (40 W 蛍光灯 2 本) により防音箱の外部から照明した。実験の制御および反応の記録は室外に設置した NEC PC-9801/m2 コンピュータにより行ない，実験の様子はビデオ・カメラ（松下電器製，NV-M55) を通して観察した。実験中はランダムノイズ発生器 (SF-05, Rion 製) により 70dB の白色雑音を室内に

提示した。

手続

予備訓練　まず逐次接近法 (successive approximation) を用いて被験体のキーつつき反応を形成した後，定間隔 (fixed-interval: FI) 強化スケジュールを導入し，FI スケジュールの値が 60s に達するまで FI 値を徐々に延長して訓練を行った。訓練は被験体だけで行ない，標的提示窓には遮蔽板を下ろした。また訓練中は食餌キーだけを点灯して使用した。1 時間あるいは 50 回の強化提示終了までを 1 セッションとし，毎日 1 セッションの訓練を行なった。なお，このセッションの定義は以下の手続でも共通であった。1 セッションの反応率が，連続する 3 セッションの間で増加・減少の傾向を示さなくなるまで訓練を続けた。

第 2 キーと標的ハトの導入　第 2 キーを点灯し，標的提示窓外側のベッドに標的ハトを固定した。被験体が第 2 キーに 1 回反応すると，提示窓の遮蔽板が上昇し，標的ハトが視覚的に提示された。1 回の反応で標的が提示される時間は 20s で，標的提示中に再び第 2 キーに反応があれば，1 反応につき 20s ずつ提示時間を延長した。遮蔽板が上昇を始めてから提示窓が完全に開ききるまでの間，ブザー音を提示した。標的提示中は第 2 キーを消灯した。

食餌キーへの反応は FI60s に従って食餌強化した。第 2 キーへの反応が食餌提示により偶発的に強化される可能性を防止するため，第 2 キー反応と強化提示の間に 5s の切り替え遅延 (changeover delay: COD) を設けた。COD 中は反応がスケジュールの要求を満たしていても強化子を提示しなかった。

標的を導入して FI60s を 5 セッション実施した後，FI 値を 120s, 180s, 240s, 360s, 480s, 600s, 720s の順で延長し，続いて 720s, 600s, 480s, 360s, 240s, 180s, 120s, 60s の順で短縮した。Cherek らの手続にならい，各 FI 値を 5 セッションずつ行なって次の FI 値へ移行した。

上に述べた一連の FI 値を全て実施した後，第 2 キーに対する反応数 (1 強化提示間隔当りの第 2 キーへの平均反応数) が最も多かった値を，再び 5 セッション実施した。この値は被験体により異なり，NB87 は FI720s, NB14 と OB93 は FI600s, NB01 は 2 種類の FI 値を用い，最初が FI720s, 次が FI600s であった。これ以降の手続きは，全てこの FI 値 (NB01 については FI600s) の下で行った。

標的ハト・標的提示窓の変更　食餌キーへの反応は，今まで通り FI スケジュールで強化しながら，標的ハトと標的提示窓に関して，以下のような条件を順次実施した。(1) 第 2 キーに反応すると遮蔽板は開くが，標的は存在しない条件 (No-target) を 10 セッション，(2) 遮蔽板は作動するが標的は存在せず，さらに窓の外を灰色模造紙で覆って被験体からは実験箱の外が見えない条件 (Covered) を 10 セッション，そして，(3) 標的窓の覆いを取り除き，標的ハトを提示した通常の条件を 5 セッション行なった。

第 2 キー反応の消去　最後に第 2 キーに対する実験的随伴性を取り除いた。つまり，第 2 キーは今まで通り点灯したが，標的ハトは存在せず，被験体が第 2 キーに反応しても遮蔽板は上昇しなかった。この条件 (Not Open) は，第 2 キーに対する反応が 1 回も生じないセッションが 3 回連続して生じるまで継続した。

結　　果

透明パネルへの反応

第 2 キー導入以後に被験体ハトが標的提示窓の透明パネルに対して示した反応数を Table 1 に示した。第 2 キーを点灯する以前は，どの被験体も反応は皆無であった。第 2 キー反応が標的を出現させる条件の下では，透明パネルに対する反応は極めて稀にしか生じていない。パネルへの反応頻度が最も高かった NB87 でも 85 セッションの間にわずかに 21 回の反応が生じたに過ぎず，パネルへの反応が極めて低頻度であったことがわかる。なお，この僅かな反応は，どの被験体の場合も全て第 2 キーへの反応直後，遮蔽板が上昇して標的が提示されている期間に生じていた。

FI600s ないし FI720s を実施しつつ標的を取り除くと，透明パネルに対する反応頻度は増加した。この条件では，第 2 キー反応は遮蔽板を上昇させ標的提示窓を開くが，窓の外には標的ハトは存在しなかった。最も反応頻度が増加したのは NB14 で，1 セッション平均 2.90 回を示し，これは標的が提示されていた条件の 58 倍に

Table 1　各条件の下での透明パネルに対する反応数
(1 セッション当たりの平均反応数)

被験体	Open 条件	No-target 条件	Covered 条件	Not open 条件
NB01	0.06	1.90	0.50	0.10
NB14	0.05	2.90	0.40	4.00
NB87	0.25	0.90	0.00	0.58
OB93	0.02	0.50	9.30	19.53

相当する。最も反応の増加が少なかった OB93 でも，標的提示時の 25 倍のパネル反応を示した。

続いて標的提示窓に覆いを被せ，第 2 キーに反応して標的提示窓が開いても，実験箱の外を見ることができない（標的も存在しない）ようにすると，OB93 のパネルに対する反応が著しく増加した。NB01 と NB14 も標的提示条件の約 8 倍の反応数を示したが，NB87 は全く反応を示さなかった。

次に第 2 キーに反応しても遮蔽板が作動しない条件を行なった。この条件では標的提示窓は常に遮蔽板で覆われており標的も存在しないが，透明パネルは遮蔽板の内側に位置するため，被験体はパネルに対して反応することができた。NB01 を除く 3 羽は，この条件下でもパネルに対する反応が増加し，特に OB93 では極めて著しい反応頻度の増加が認められた。

最後に第 2 キーへの反応が標的を提示する条件を再導入したが，NB87 が 5 セッション全体で僅かに 2 回の反応を示しただけで，他の被験体は全く反応を示さなかった。

透明パネルへの反応は，第 2 キーを無効にした条件を除いて，いずれも遮蔽板が上昇している期間に限って生じていた。実験中の非公式な観察から，パネルへの反応は，パネル上部を嘴でつつく，あるいは翼で打つ，といった形態であることが確認された。

第 2 キーへの反応

FI 値と反応頻度の関係　第 2 キー反応の頻度は，どの被験体でも FI 値が 600s 以上のとき最大となった。1 回の強化子提示までを 1 試行と定義し，1 試行当たりの第 2 キー反応の頻度を見ると，最も反応頻度が高かった値は，NB01 では FI720s（下降系列）で 10.80 反応，NB14 では FI600s（上昇系列）で 14.78 反応，NB87 では FI720s（上昇系列）で 26.23 反応，OB93 では FI600s（上昇系列）で 13.42 反応であった。

FI 値を段階的に変化させたときの第 2 キー反応の頻度の変化については，個体による違いが見られた。Fig. 2 に，FI 値を 60s から 720s まで変化させたときの，第 2 キーへの反応頻度の変化を示した。NB01 と NB87 では FI 値の増加にともない第 2 キーへの反応は直線的に増加し，この関係は，FI 値の変化が上昇系列の場合でも下降系列の場合でも一致していた。

NB14 と OB93 では，上昇系列と下降系列の間で FI 値と反応頻度の関係に違いが見られた。NB14 と OB93 の上昇系列では，FI 値が 60s から 360s ないし 480s までの間では，第 2 キー反応の頻度は大きな変化を示さず，480s ないし 600s で反応頻度が急激に増加した。両被験体とも，上昇系列における第 2 キー反応の最大頻度は FI600s で生じ，FI720s になると反応頻度は減少した。この FI720s での反応頻度の減少は特に OB93 において顕著であった。一方，NB14 の下降系列では，FI60s から FI360s の範囲では FI 値の増加とともに第 2 キー反応が増加したが，FI360s から FI600s の範囲では FI 値の増加につれて反応は減少し，FI720s で再び増加した。OB93 の下降系列では，第 2 キー反応の頻度と FI 値の間には，ほぼ直線的な関係が認められた。

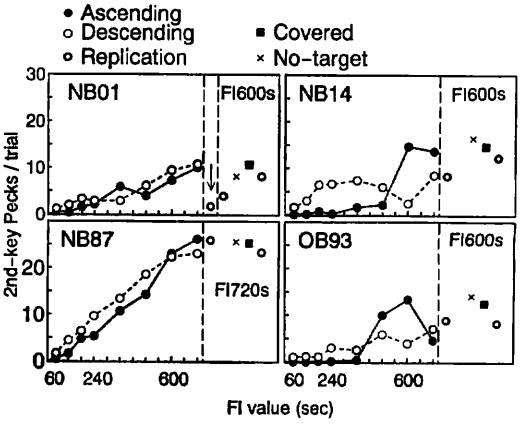

Fig. 2　FI スケジュール値と第 2 キーへの反応頻度の関係。各パネルの破線左側は FI 値を 60 s から 720 s まで変えたときの，第 2 キーへの反応頻度の変化を示している。黒丸が上昇系列，白抜きの丸が下降系列である。破線右側は，上昇・下降系列で最も反応頻度が高かった FI 値を再導入し，その下で標的提示条件を操作したときの反応頻度を示している。二重丸は第 2 キーへの反応により標的が提示される通常の条件，×印は遮蔽板は作動するが標的ハトが存在しない条件，四角は標的提示窓に覆いを被せた条件である。NB01 だけは最初に FI720 s を実施したが(矢印)，反応頻度が低かったため FI600 s で標的提示条件を操作した。

最大反応頻度の再現性　一連の FI 値を全て実施した後，第 2 キー反応の頻度が最も高かった FI スケジュールを再び実施すると，NB87 は以前に示した最高反応頻度とほぼ等しい反応数を示した。NB14 と OB93 では再導入時の反応頻度は最高反応頻度よりも少なかった。この 2 羽は上昇系列の FI600s の下で反応頻度が最大となったが，下降系列での FI600s では，反応頻度は大きく減少した。下降系列完了後に FI600s を再導入した際の

反応頻度は，最大反応頻度よりは低くなったが，その値は上昇系列時の FI600s 下で示した最大反応頻度と下降系列時の FI600s 下で示した反応頻度の平均値に近いものであった。また NB14, NB87, OB93 の 3 羽は，標的を提示しない条件，標的提示窓に覆いをした条件を実施した後，もう一度 FI600s ないし FI720s を導入した際にも，前回とほぼ等しい反応頻度を示した。

NB01 は下降系列の FI720s で第 2 キー反応が最大となった。しかし下降系列完了後に再導入した FI720s の下では反応頻度は大きく減少し，最大反応頻度は再現されなかった。そこで FI720s についで反応頻度が高かった FI600s を実施したところ，反応頻度は僅かに高まったが，上昇・下降系列時の FI600s よりは低頻度であった。標的および標的提示窓の条件を操作した後に，もう一度 FI600s を実施した際には，上昇・下降系列時にほぼ匹敵する反応頻度を示した。

標的提示条件と第 2 キー反応　標的を提示しない条件 (No-target) と，標的提示窓に覆いをした条件 (Covered) では，第 2 キーに対する反応頻度は，その直前に実施した標的を普通に提示した場合と等しいか (NB87)，やや頻度が増加する傾向を示した (NB01, NB14, OB93)。反応が増加した 3 羽についてみると，その頻度は，上昇・下降系列時に示した最高反応頻度とほぼ等しく，この最高反応頻度を超えて増加することはなかった。なお標的を提示しない条件と，さらに標的提示窓に覆いをした条件の間では，反応頻度に大きな差は認められなかった。

第 2 キー反応の消去　第 2 キーへの反応に対する実験的な随伴性を取り除き，第 2 キーに反応しても遮蔽板が作動しないようにすると，どの被験体も最初のセッションで第 2 キーに対する反応頻度が著しく増大し，その後，徐々に減少して最後には第 2 キーに対する反応が生じなくなった。第 2 キーへの反応が 3 セッション連続して生じなくなるまでに要した期間は，NB01 が 10 セッション，NB14 が 10 セッション，NB87 が 12 セッション，OB93 が 15 セッションであった。

第 2 キー反応の分布　Fig. 3 は強化間間隔における第 2 キーへの反応の時間分布を，標的提示条件の間で比較したものである。標的提示条件は，(1) 第 2 キーへの反応により標的提示窓が開き，標的が提示される Open 条件（通常の条件），(2) 標的が存在しない No-target 条件，(3) 窓に覆いを被せた Covered 条件，(4) 第 2 キーを無効にした Not Open 条件の 4 つである。標的提示条件を操作したフェイズは被験体により FI 値が異るため，強化間間隔を長さの等しい 10 個のブロックに分割し，各ブロックにおける相対反応頻度を求めた。Open 条件のデータは下降系列終了後に FI600s ないし FI720s を再導入した 10 セッション分のものだけを用いている。

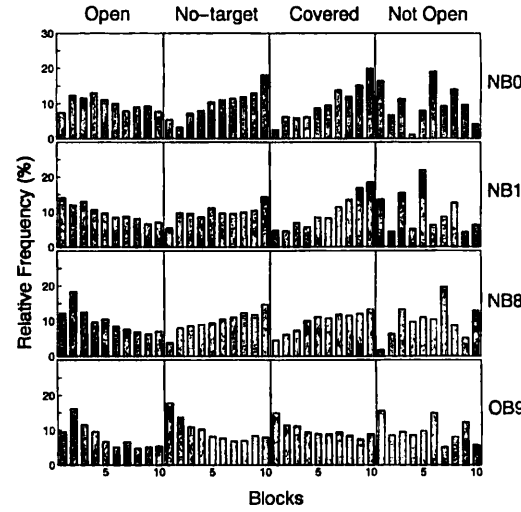

Fig. 3　標的提示条件による第 2 キー反応の分布の違い。被験体の第 2 キーへの反応の強化間間隔中の分布を，第 2 キーへの反応により標的提示窓が開き標的が提示される条件 (Open)，窓は開くが標的が存在しない条件 (No-target)，窓は開くが覆いがあって外は見えず，標的も存在しない条件 (Covered)，第 2 キーに反応しても窓が開かない条件 (Not-Open) の 4 条件で比較した。被験体により FI 値が異るため，強化間間隔を等しい長さの 10 個のブロックに分割し，各ブロックにおける相対反応頻度を求めた。Open 条件については，FI 値を段階的に変化させた場合も，Not Open 条件の後に再導入した場合も，その分布の形がよく類似していたため，下降系列終了後に FI600 s ないし FI720 s を再導入した 10 セッション分のデータをその代表として示した。

標的が提示される条件 (Open) では，NB01 を除く 3 羽の被験体で，第 2 キー反応が強化直後に集中して生じる傾向が認められた。4 羽のうち NB01 は集中傾向が弱かったが，残り 3 羽は強化直後の最初のブロック，ないし 2 番目のブロックで，最も反応頻度が高く，強化提示から時間が離れるに従って反応頻度は低下した。この反応分布の様子は，標的を取り除いたり (No-target)，標的提示窓に覆いをすると (Covered) 著しく変化し，OB93 以外の 3 個体では強化間間隔最後部に反応が集中するよ

うになった。第 2 キーに対する反応を無効とした条件 (Not Open) では，強化間間隔での反応の分布は不規則になり，被験体間で一定の傾向は認められなかった。

考　　察

本研究は Cherek *et al.* (1973) の実験を，その手続の一部を変更して追試したものである。しかし得られた結果は Cherek らのものと大きく異なっていた。以下，本実験の結果と Cherek らの報告との相違点について検討を加えることにする。

今回の実験結果と Cherek らとの最大の相違点は，標的が提示された後に，攻撃反応が極めて稀にしか生じなかったことである。Cherek らの実験では 4 羽の被験体全てが，ほぼ確実に攻撃反応を示しており，攻撃の発現が最も少なかった個体で全セッションの 76% で，最大の個体では 93% で攻撃行動を示した。そして攻撃が生じない場合でも，標的に対する威嚇行動が観察されている。今回の実験では，被験体は標的の方に顔を向け，接近したが，威嚇的な行動は示さなかった。

第 2 の相違点は第 2 キー反応の頻度と FI 値の間の関係である。Cherek らの結果では，第 2 キー反応の頻度は FI120s ないし FI180s で最大となり，FI 値がこれより小さくても大きくても頻度は減少し，両者の間には，いわゆる逆 U 字型の関係が認められた。今回の実験では 4 羽中 2 羽の個体で，第 2 キー反応と FI 値の間に明確な直線関係が得られ，逆 U 字型の関係は認められなかった。

NB14 と OB93 の上昇系列では，FI720s で反応頻度が僅かに低下した。これをもって，第 2 キー反応の頻度と FI 値の間に，FI600s 付近をピークとする逆 U 字型の関係を推測することも可能であろう。逆 U 字型関数のピークが FI600s から FI720s 付近にあったとすれば，本実験の FI 値の範囲では，明確な逆 U 字型の関係が得られないことになる。しかし，この推測を受け入れた場合でも，逆 U 字型関数のピークが Cherek らの結果に較べて 9 分以上も大きかったことになり，その原因を説明することはできない。

第 3 の相違点は，第 2 キー反応および攻撃反応と，標的の有無との関係である。Cherek らの実験では，標的を取り除くと 5 セッションほどの間に第 2 キー反応が生じなくなった。これに対して，今回の実験では標的を取り除いても第 2 キー反応頻度は低下せず，パネルに対する反応は，むしろ著しく増加した。

一方，第 2 キー反応の時間的な分布を見ると，Cherek 達の 4 羽の被験体は，いずれも FI スケジュールの強化後反応休止期間 (post-reinforcement pause) に集中して第 2 キーへの反応を示しており，これは今回の実験結果とよく一致している。

一般にハトの SIA は，系統差や個体差が大きいことが知られている (Looney & McClure, 1981)。Cherek らは被験体・標的ともに White Carneaux 種のオスを用いていた。本実験で用いたデンショバトと White Carneaux 種の間で SIA の発現頻度を直接比較した研究は報告されていないが，White King 種との比較では，White Carneaux 種は SIA の発現頻度が低い系統であることが知られている (Looney & McClure, 1981)。しかし今回の実験で，標的が提示されないときには攻撃行動と類似した形態の行動が生じていること，4 羽全ての被験体で攻撃行動が生じなかったこと，を考え合わせると，Cherek らの結果との違いを系統差や個体差で説明することは困難である。そこで，次に今回の実験の手続と Cherek らの実験手続を細部にわたって比較し，それが実験結果に及ぼす影響について検討することにする。

今回の実験手続と Cherek らの手続との相違点は以下の通りであった。(1) 本実験では標的提示窓の遮蔽板が不透明であったが，Cherek らのものは透明であった。従って Cherek らの被験体は，第 2 キーに反応する前から標的ハトを見ることができた。(2) 本実験では透明パネルを介して間接的に攻撃反応を測定したが，Cherek 達は標的の身体に対する直接的な攻撃反応を測定していた。(3) 標的提示時間が，本実験の 20s に対して Cherek らの場合は 15s であった。(4) 本実験の食餌強化スケジュールが FI であったのに対し，Cherek らは反応開始型 FI (response initiated FI) を用いていた。(5) 本実験では COD を 5s としたのに対して Cherek らは 15s であった。(6) 本実験の 1 セッションは 50 回の強化提示あるいは 1 時間以内であったのに対し，Cherek らの実験では 1 セッションが 25 回の強化提示であった。

このような手続の違いが実験結果に及ぼす影響については，先行研究の知見に基づき，相当程度まで推測することが可能である。まず (1) と (3) に関して，標的が視覚的に提示されている長さや時期を変えても，SIA の頻度には影響しないことが報告されている。Flory & Smith (1983) は FT 180s スケジュールを用い，標的ハトを提示する時間と長さを変化させた。その結果，強化間間隔を通して標的を提示しても，提示を後半 90s に限

定しても SIA の頻度には影響がなく，むしろ標的提示を 30s に限定した方が連続して提示するよりも SIA 頻度が高くなったことを報告している。(2) の問題については，直接的な攻撃と透明パネルを介した攻撃を比較した研究は存在しないが，SIA は鏡像 (Cohen & Looney, 1973) や写真スライドの標的 (Flory & Ellis, 1973) に対しても，生きた標的の場合と同程度の頻度で生じることが知られており，透明パネルの介在が著しく SIA の発現を阻害したとは考えにくい。

(4) の食餌強化スケジュールの違いについては，SIA が強化スケジュールの種類とは関係なく生じることが確認されている (Looney & Cohen, 1982)。(5) の COD の長さに関しては，SIA では研究例はないが，ラットの SIP については，一般に COD が長くなると SIP が減少することが知られている (Flory & Lickfett, 1974; Moran & Rudolph, 1980)。従って Cherek らよりも COD が短かった本実験で，SIA が減少するとは考えにくい。(6) のセッションの長さについては，FI 値が 144s より大きい範囲では Cherek らの実験より今回の実験の方が試行数が少なくなる。SIA は強化提示直後に生じる行動であるから (Looney & Cohen, 1982) 試行数の減少は発現の機会を減少させ，結果的に SIA 頻度を減少させる原因となる。しかし本実験での試行数減少の程度は，Cherek らが最大攻撃頻度を得た FI180s の場合でも 20% に過ぎず，これだけでは今回の実験で攻撃が殆んど生じなかったことを説明しきれない。

この他，被験体と標的の年齢差（今回の実験では被験体よりも標的が高齢であった），あるいは被験体と標的の位置関係（今回，標的は被験体よりも低い位置に提示した）など，手続上の細かな違いが Cherek らとの結果の違いを生み出した可能性も否定できない。しかし，これらの要因については，Cherek らの手続の詳細が確認できず，また，こうした要因と SIA の関係を実験的に検討した研究も報告されていないため，あくまで1つの可能性として指摘できるに過ぎない。

以上の考察は，今回の実験結果と Cherek らの結果の違いを，SIA の文脈からだけでは十分に説明できないことを示している。そこで最後に，今回の第2キー反応が，SIA とは無関係に，何らかの未知の強化子により維持されていたオペラント行動であった可能性について検討することにする。

同種他個体の視覚的な提示が強化子として機能することは，サル (Swartz & Rosenblum, 1980) や魚類 (Davis, Mitchell, & Dolson, 1976) について報告されている。ハトに関して，他個体の提示が強化子となることを直接的に示した研究例はないが，同種他個体の行動が弁別刺激として機能することや (Millard, 1979)，情動反応を引き起こす条件刺激として機能することが (Watanabe & Ono, 1986) 明らかにされている。また他個体提示とは別に，第2キー反応に随伴して生起する事象，すなわちキーの消灯，遮蔽板の開閉などが感性強化子 (sensory reinforcer) として機能していた可能性も考えられる (Kish, 1966)。第2反応が他個体を提示しない条件の下で，この反応が 20 セッションにわたって維持されていた事実は，特に感性強化子の可能性を強く示唆するものである。

今回の実験で生じた第2キー反応が，実験では同定できなかった何らかの感性強化子により強化されていた反応であるとすれば，被験体は FI で強化される食餌キー反応と，未知の強化子により強化される第2キー反応の並立 (concurrent) スケジュールの下に置かれていたことになる。第2キー反応の強化スケジュールについては，その強化子が特定できない以上あくまでも推測の域を出ないが，仮に反応キーの点滅や遮蔽板の開閉等が強化子として機能していたとすれば，連続強化スケジュールであったと考えることができる。

この場合，食餌キー反応を制御している FI の値が増加すれば，それに対応して第2キー反応の相対頻度が増加することは，対応法則 (matching law) により説明可能である。Herrnstein (1970, 1974) は，同一次元上の2つの値の選択場面（例えば2つの同じオペラント反応が，同じ種類の餌で強化され，ただその強化率のみが異なるような選択）から，実験者が意図しない反応および強化源が含まれる選択場面へと，対応法則の拡張を試み，以下の式を導き出した。

$$\frac{R_A}{R_A+R_{\bar{A}}}=\frac{r_A}{r_A+r_{\bar{A}}}$$

R_A はキーつつき反応，$R_{\bar{A}}$ はそれ以外の反応，r_A はキーつつき反応により得られる強化，$r_{\bar{A}}$ はキーつつき反応以外の反応により得られる強化である。Herrnstein に従って $R_A+R_{\bar{A}}=k$，$r_{\bar{A}}=r_0$ とおき，$R_{\bar{A}}$ に注目して式を展開すると，

$$R_{\bar{A}}=\frac{k\cdot r_0}{r_A+r_0}$$

となる。この式を今回の実験に当てはめると，R_A は食餌キーへの反応，r_A は食餌強化，$R_{\bar{A}}$ は第2キー反応，r_0 は主に第2キー反応により得られる感性強化と考えることができる。第2キー反応に対する未知の強化子

r_0 が，実験中一定であったと仮定すると，上の式から明らかなように，$R_{\bar{A}}$ すなわち第2キー反応は，r_A すなわち食餌強化が増加すれば減少し，食餌強化が減少すれば増大することになる。これは食餌強化の FI 値が増加するにつれて第2キー反応が増加を示した，今回の実験結果とよく一致している (Fig. 2)。また第2キー反応が食餌強化提示直後に集中して生じたことは (Fig. 3)，強化提示直後に強化確率が 0 になる FI スケジュールと，常に強化確率が一定である連続強化スケジュールの相互作用から説明することができる。

以上，今回の実験結果について，Cherek *et al.* (1973) の結果と比較しつつ検討を加えてきた。Cherek 達の研究では，(1) 第2キーに対する反応は，SIA に従事する機会を与えられることで強化されている行動であり，SIA 発現の機会が強化子として機能し得ること，(2) それによって強化されるオペラント反応は，生起頻度や時間分布の点で SIA と極めて類似した特徴を示すことが明らかにされた。一方，今回の実験では，(1) 他個体を提示することは必ずしも SIA 発現の機会となるものではなく，(2) その場合，何らかの未知の強化により維持されていると考えられる第2キーへの反応も，少なくとも時間分布の点では SIA と類似した特徴を示す場合があることを示唆した。間欠食餌強化スケジュールの下で他個体を提示することが，必ずしも SIA 発現に結び付かないという事実は，SIA の発現機序，特に SIA における個体差の大きさの問題や SIA の再現性の低さなどを解明するための糸口となり得るであろう。また SIA 従事により強化されているとは考えにくい行動が，時間分布の上で SIA と類似した特徴を示したことは，今までに用いられてきた SIA の定義や評価基準，特に反応の時間分布の特徴については，慎重に検討する必要があることを示すものである。

引用文献

Azrin, N. H., Hutchinson, R. R., & Hake, D. F. 1966 Extinction-induced aggression. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **9**, 191-204.

Cherek, D. R., Thompson, T., & Heistad, G. T. 1973 Responding maintained by the opportunity to attack during an interval food reinforcement schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **19**, 113-123.

Cohen, P. S., & Looney, T. A. 1973 Schedule-induced mirror responding in the pigeon. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **19**, 395-408.

Davis, R. E., Mitchell, M., & Dolson, L. 1976 The effects of methallibure on conspecific visual reinforcement, social display frequency, and spawning in the paradise fish, Macropodus opercularis (L.) Belontiidae. *Physiology & Behavior*, **17**, 47-52.

Falk, J. L. 1966 Schedule-induced polydipsia as a function of fixed interval length. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **9**, 37-39.

Falk, J. L. 1971 The nature and determinants of adjunctive behavior. *Physiology and Behavior*, **6**, 577-588.

Ferster, C. B., & Skinner, B. F. 1957 *Schedules of Reinforcement*. Englewood Cliff, NJ: Prentice-Hall.

Flory, R. K., & Ellis, B. B. 1973 Schedule-induced aggression against a slid-image target. *Bulletin of the Psychonomic Society*, **2**, 287-290.

Flory, R. K., & Lickfett, G. G. 1974 Effects of lick-contingent time out on schedule-induced polydipsia. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **21**, 45-55.

Flory, R. K., & Smith, C. T. 1983 Effects of limited-target availability on schedule-induced attack. *Physiology & Behavior*, **30**, 11-18.

Herrnstein, R. J. 1970 On the law of effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **13**, 243-266.

Herrnstein, R. J. 1974 Formal properties of the matching law. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **21**, 159-164.

Kish, G. B. 1966 Studies of sensory reinforcement. In W. K. Honig (Ed.), *Operant Behavior: Areas of research and application*. New York: Appleton-Century-Crofts.

Looney, T. A., & Cohen, P. S. 1982 Aggression induced by intermittent positive reinforcement. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, **6**, 15-37.

Looney, T. A., & McClure, J. T. 1981 A comparison of schedule-induced attack in White King and White Carneaux pigeons. *Bulletin of the Psychonomic Society*, **18**, 133-134.

Moran, G., & Rudolph, R. L. 1980 Some effects of lick-contingent delays on the development of schedule-induced polydipsia. *Learning and Motivation*, **11**, 366-385.

Millard, W. J. 1979 Stimulus properties of conspecific behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **32**, 283-296.

Swartz, K. B., & Rosenblum, L. A. 1980 Operant responding by bonnet macaques for color videotape recordings of social stimuli. *Animal Learning & Behavior*, **8**, 311-321.

Watanabe, S., & Ono, K. 1986 An experimental analysis of "empathic" response: Effects of pain reactions of pigeon upon other pigeon's operant behavior. *Behavioural Processes*, **13**, 269-277.