

ハトにおけるヒューストン空港効果¹

筑波大学大学院人間総合科学研究科 糸数 竜海²

立教大学現代心理学部 堀 耕治

Houston Airport effect in pigeons

Tatsumi Itokazu (Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba) and
Koji Hori (College of Contemporary Psychology, Rikkyo University)

Some years ago, Houston airport was annoyed by an inordinate number of complaints about long waits at the baggage claim. In response, the airport authorities moved the arrival gates away from the main terminal and routed bags to the outermost baggage claim carousel. Passengers had to walk longer than before to claim their bags, but complaints concerning waiting time dropped to almost zero. In the present study, we named this phenomenon the “Houston Airport effect” and attempted to simulate the same effect in pigeons’ response for food under a concurrent chain reinforcement schedule. In a two-key operant chamber, a variable interval 20-s was the first link of the schedule operated on white keys. When pigeons entered a “wait” second link, food was presented according to a fixed time (FT) 20-s. On the other hand, when pigeons entered a “walk” second link, food was presented according to a conjunctive schedule composed of an FT 20-s and either of a fixed ratio (FR) 5 or an FR 20. The results showed that the “walk” alternative was consistently preferred to the “wait” alternative by one of the four pigeons. Two pigeons showed preference for the “wait” alternative, and one pigeon did not show consistent preference for either alternative. Further studies are required to identify the variables producing the individual differences in preference.

Key words: Houston Airport effect, contra-free loading, pigeons, concurrent chain schedules of reinforcement

利用者の待ち時間を減らすことは利用者満足度の向上につながると考えられており、多くの企業や公共機関が待ち時間対策に努めている。スマートフォン・アプリによる飲食店の予約システムや、小売店における機械化されたレジの導入はその典型的な例である。しかし最新のシステムの導入には多額の費用が必要となる。また待ち時間を短縮することがそもそも困難な業務内容も存在する。

そこで発想を転換して、待ち時間を短くするのではなく、待ち時間に対する利用者の不満を低減させる方が講じられる場合がある。そのようなアプローチの成功例とされるのがヒューストン空港（正式名称はジョージ・ブッシュ・インターコンチネンタル空港）の事例である（Stone, 2012）。

ヒューストン空港は手荷物受取所での待ち時間が長いというクレームに悩まされていた。空港はまず手荷物を扱う従業員を増員して、飛行機から降りて手荷物を受け取るまでの時間を平均 8 分にまで短縮した。しかしクレームは減らなかった。待ち時間の内訳を精査したところ、乗客は降機後約 1 分で手荷物受取所に到着し、その後約 7 分間受取所で待たされていた。そこで空港は、手荷物

¹ 本研究は、第一著者が 2016 年度に立教大学現代心理学部に提出した卒業論文の一部に加筆と修正をおこなったものである。

² ハトの飼育と飼育環境の維持について献身的に協力していただいた「ハト当番グループ」の心理学科学生諸君に心より感謝いたします。

処理の時間を減らすのではなく、到着ゲートをメインターミナルから故意に遠ざけて、手荷物受取所までの移動距離を長くすることにした。距離が長くなることによって乗客はそれまでより6倍も歩かされることになったが、手荷物受取所での待ち時間は2分ですむようになった。この工夫により、利用客からのクレームはほとんどなくなったという。

待ち時間に別の行動をさせることで不満を軽減するという待ち時間対策は他にも多くの実例がある。たとえば画像を共有するためのスマートフォン・アプリである「インスタグラム」では、画像のアップロードに要する数分間に、画像を加工したりコメントをつけたりする時間を設けることで、待ち時間のストレスを軽減している(宇野, 2014)。この場合、待ち時間を埋める行為は画像共有行為を補完するものなので、不満の軽減につながったとしても何ら不思議ではない。一方ヒューストン空港の待ち時間対策では、単に待つことより労力を要するはずの「歩く」という行為が「別の行動」として求められた。にもかかわらず、「ただ待つ」場合よりも不満が少なかったことは奇妙なことのように思われる。結局は同じ時間がかかるのに、ただ待たされるよりも、その間何か別の、労力を伴う行動をさせる方が不満は少ないというのである。

いわゆる埋没費用効果(sunk cost effect)のことを、その典型的事例にちなんでコンコルド効果と呼ぶことがある(Arkes & Ayton, 1999)。われわれはこれにならい、待ち時間における以上のような逆説的な現象を「ヒューストン空港効果」と暫定的に呼ぶことにする。この効果は、手荷物の受け取りを強化事象の出現と見なせば、「強化事象の出現までに遅延時間が存在するとき、単に時間の経過を待つことよりも、遅延時間の間に労力を要する行動が要求されることの方を選好すること」と定義できるだろう。労力を伴う選択肢が好まれる場合がありうるという意味で、ヒューストン空港効果に類似した現象が動物にはある。Jensen (1963) は、自由摂食可

能な餌が大量に置かれた部屋と餌を得るためにレバー押しが必要な部屋を作り、200匹の空腹なラットを用いて40分間の餌摂取を観察した。すると44%の個体では、レバーを押して獲得した餌の量の方が、レバーを押さずに摂食した餌の量よりも多いという結果になった。このような、小さい労力で手に入る強化子が存在するにもかかわらず、大きい労力が必要な強化子を摂る現象をcontra-free-loading (以下CFLと略す)と呼ぶ。Jensen (1963)以降、CFLに影響を与える要因を探索して様々な研究がおこなわれ、飼育環境の感覚刺激条件や飼育環境の経験時間がCFLに関係していることが示されてきた(三島, 2016)。

手荷物の受け取りを強化事象とみなし、長い距離を歩く行為を大労力行動、短い距離を歩く行為を小労力行動とみなせば、ヒューストン空港効果はCFLの拡張として理解できるかもしれない。そこで本研究は、強化子出現までの時間は等しいが、強化子獲得のために労力が必要な選択肢と労力を必要としない選択肢を第2リンクに配置した並立連鎖スケジュールを用いることによって、ヒューストン空港効果の動物におけるシミュレーションを試みた。「労力」の随伴性としてはFR(fixed ratio)スケジュールを用い、FT(fixed time)スケジュールと組み合わせることによって「歩行」が必要な選択肢を構成し、一方、同じ設定時間のFTだけによる選択肢を「単に待つだけ」の選択肢とした。この選択状況で、仮に「労力」の必要な選択肢を動物が選好するならば、ヒューストン空港でのクレーム低減効果に対応するような逆説的な行動が見られたことになる。

方 法

被験体 4羽のデンショバト(*Columba livia*)を被験体として用いた。うち1羽(個体番号B21)は実験歴がなかった。残りの3羽(個体番号A33, B12, B22)には実験歴があったが、今回のような並立連鎖スケジュールは経験したことがない。実験期間中の体重はどのハトも自由摂食

時の 80% に維持した。飼育室の照明は 12 時間 – 12 時間の明暗サイクルとした。水と鉱物飼料は個別飼育ケージで自由に摂取できた。動物の飼育と実験は「立教大学ライフサイエンスに係る研究・実験の倫理及び安全委員会」の承認（承認番号：LS16035A）を得て「立教大学ライフサイエンスに係る研究・実験の倫理及び安全に関する規定」に準拠しておこなわれた。

装置 左右 2 つのキーがある縦 32cm, 横 25cm, 高さ 33cm のオペラント箱 (Med Associates, ENV-007) を用いた。直径 2.5cm の反応キーは中心間で 16.5cm の間隔をあげ、床から 23cm の高さで正面パネルに取りつけられていた。いずれのキーにも白または赤の色光を呈示することができた。オペラント箱内の照明には背面パネル上部に取りつけたハウスライト (28VDC) を用いた。強化は強化子 (麻の実) が入った餌箱を 4 秒間呈示することによっておこなった。餌箱呈示中, ハトは床から 2.5cm の高さで正面パネル中央に設置された縦 5.5cm, 横 6.0cm の開口部から麻の実を食べることができた。実験は, 換気用のファンがついた木製遮音箱 (Med Associates, ENV-018MD) にオペラント箱を収納し, 外来音をマスクする白色雑音を呈示した状態でおこなった。実験の制御と反応の記録には, パーソナルコンピューター (Dell 社 Precision T1650) を用いた。プログラムは Med PC- IV (Med Associates) で作成した。

手続き 予備訓練につづいて並立連鎖スケジュールを用いた本実験をおこなった。

予備訓練は原則として 40 強化をもって 1 セッションとし, 1 日に 1 セッションを実施した。実験歴のない B21 については餌箱から麻の実を摂取するマガジン訓練に続き, 自動的反応形成によって白色キーへのつつき反応を形成したが, その後の予備訓練はすべての個体で同じ内容とした。まず CRF (連続強化) スケジュールにより白色キーへの反応を強化した。つつかせる反応キーはセッションごとに左右を切り替えた。反応が安定したのち, VI (変動間隔) スケジュールの訓練に移行した。この間も反応キーはセッショ

ンごとに左右を切り替えた。VI の値は 5s から始め, 反応の安定を確認しつつ, セッションを追って 30s まで増加させた。このあと, 赤色キーでの VI 訓練を白色キーの場合と同じ手順で実施した。なお VI スケジュールを構成する間隔時間は Flesher & Hoffman (1962) の式によって算出した。以上の訓練によりキーの色や左右の位置によらず反応が安定して維持されることを確認して本実験に移行した。

本実験では並立連鎖スケジュールの訓練をおこなった (Figure 1)。第 1 リンクでは左右のキーに白色光 (W) が呈示され, それぞれのキーで独立に VI スケジュールが作動した。左右いずれかの

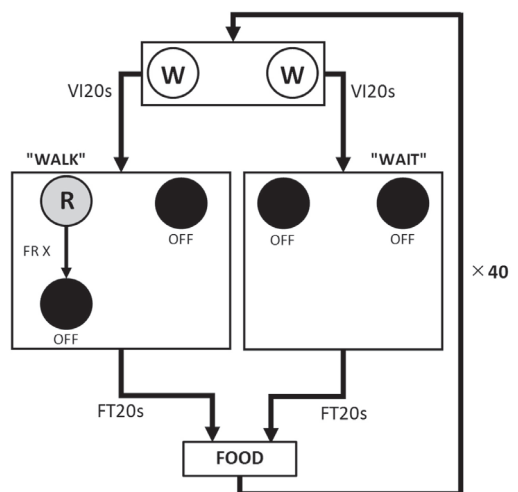


Figure 1. 並立連鎖スケジュールの模式図。

独立に作動する 2 つの VI 20-s のいずれかが終了すると, どちらの VI を満足したかによって, 第 2 リンクである Walk リンクまたは Wait リンクに突入する。FR X は FR 20 もしくは FR 5 条件を表す。Walk リンクでは FR X と FT 20-s の論理積スケジュールが作動し, Wait リンクでは FT 20-s が作動する。W は白色キー, R は赤色キーを示す。餌強化子の呈示によって試行が終了し, 引き続いて次の試行に移行する。1 セッションは 40 試行であった。

キーで VI スケジュール（平均 20s）にもとづいた時間が経過すると、そのキーへの反応で第 2 リンクに移行した。右キーへの反応で第 2 リンクに移行した場合は両キーとも消灯し、この状態で 20s が経過すると自動的に強化された。すなわち FT 20-s ということになる。この選択肢は「ただ待つ」だけの選択肢なので、Wait リンクと呼ぶことにする。一方、左キーへの反応で第 2 リンクに移行した場合は左キーに赤色光が呈示され、右キーは消灯した。この状態で 20s が経過し、かつ左キーに一定回数（x）の反応が生じると強化子が呈示された。すなわち FR x と FT 20-s の論理積（conjunctive）スケジュールということになる。赤色光は FR を満たす反応が生じた時点で消灯した。この選択肢は FT に加えて FR を満足する反応が必要なので、比喩的に Walk リンクと呼ぶことにする。Walk リンクにおいて FR 要求反応数を完了するのに FT の設定時間よりも長くかかった場合は、FR を満足した時点で強化されることになるので、Wait リンクに突入したときに比べて強化までに時間がかかることになる。どちらのリンクに突入した場合でも、強化後、ふたたび第 1 リンクに移行した。第 1 リンクの開始から強化終了までを 1 試行として、1 セッションに 40 試行を実施した。訓練は 1 日 1 セッションとし、原則として毎日実施した。後述のように、左キーに Wait リンク、右キーに Walk リンクを配置した条件も設けた。

FR の値の大きさ（すなわち労力の大きさ）によって選好が変化するかどうかを検討するため、FR20 と FR5 の条件をフェーズに分けて実施した。FR20 をフェーズ A、FR5 をフェーズ B とし、ABAB 系列で進行するハト（A33、B21）と BABA 系列で進行するハト（B12、B22）に分けた。さらに左右の位置選好に関する統制として、Walk リンクと Wait リンクの左右キーへの配置を逆転して、もう一度 ABAB 系列または BABA 系列の実験をおこなった。したがってどのハトも 8 フェーズの実験をおこなった。1 回目の系列で Walk リンクを左キーに配置するハト（B21、

B22）と右キーに配置するハト（A33、B12）は 2 羽ずつとした。各フェーズは最低 10 セッションおこない、第 1 リンクの左右キーへの相対反応率が安定した後に次のフェーズに移行した。相対反応率の安定基準は、直近の 3 セッションにおいて、単調な上昇傾向または下降傾向がみられないこと、各セッションの値が 3 セッション平均の $\pm 10\%$ の範囲にあること、各セッションの値が当該フェーズ全体の最小値または最大値を含まないこととした。

結 果

以下、第 1 リンクから Walk リンクに移行するためのキーを Walk 選択キー、Wait リンクに移行するためのキーを Wait 選択キーと呼ぶことにする。

各フェーズに要したセッション数を Table 1 に示した。最小の 10 セッションで終了したフェーズも多かったが、最大では 21 セッションを要した。A33 と B12 には Wait 選択キーへのいちじるしい偏向がみられ、Walk 選択キーの相対反応率が 0% になったセッションもみられた。このため相対反応率の安定基準のうち、直近 3 セッションの値に当該フェーズ全体の最小値または最大値を含まないという基準を満足することが困難であったので、1% 以下または 99% 以上の相対反応率を記録した場合には、安定基準の他の 2 条件を満たしていればそのフェーズを終了することとした。

Table 1
各フェーズの訓練セッション数

個体	フェーズ							
	1	2	3	4	5	6	7	8
B21	12	19	13	13	11	10	10	10
B22	12	11	10	10	10	10	10	21
A33	10	16	10	10	15	11	12	11
B12	17	11	10	10	11	16	10	10

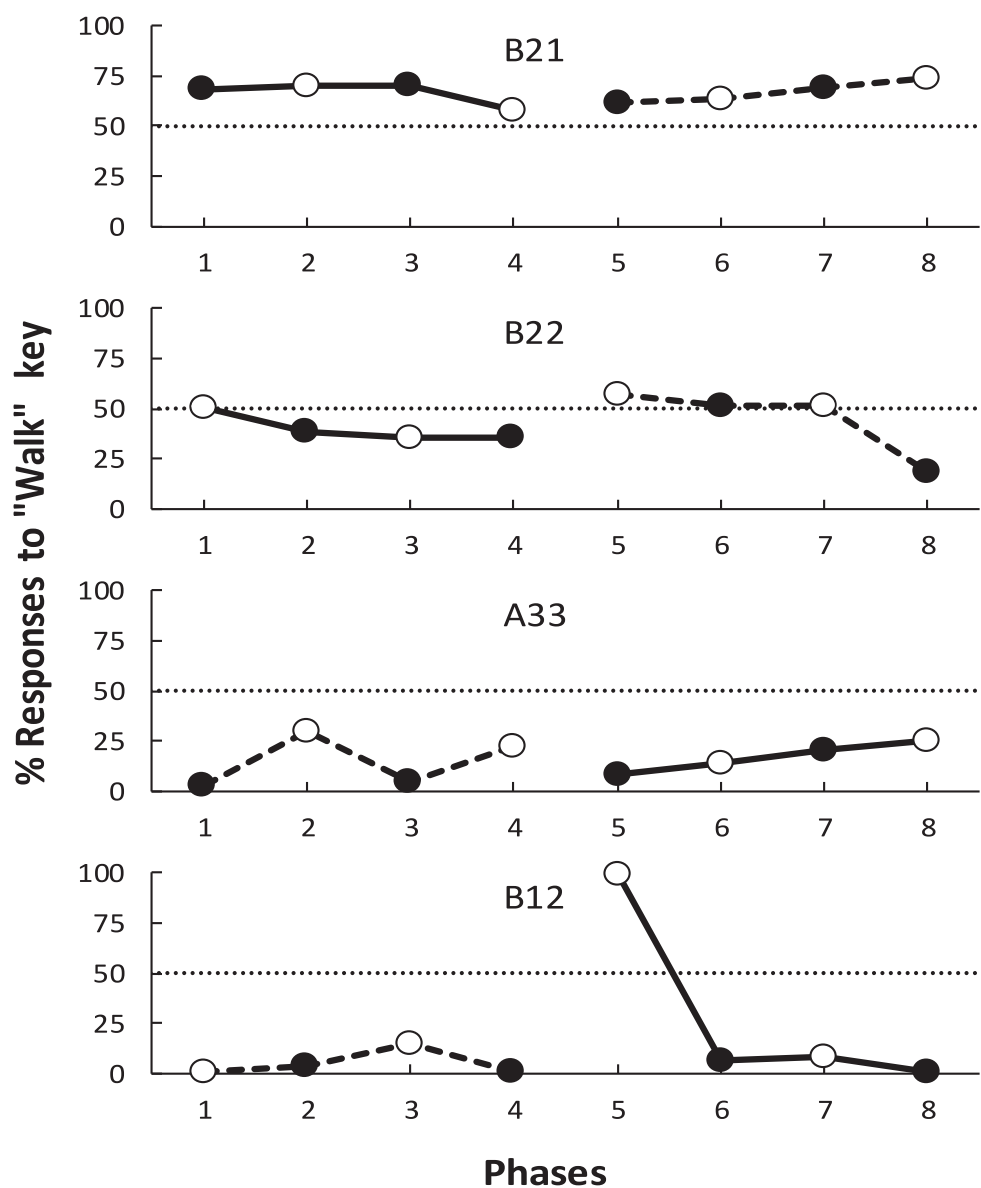


Figure 2. Walk 選択キーの相対反応率。

各フェーズにおける最終3セッションのデータをプロットした。実線は Walk 選択キーを左キーとした条件、点線は Walk 選択キーを右キーとした条件を表す。黒丸は FR20、白丸は FR5 の条件を表す。

Figure 2 は、Walk 選択キーへの相対反応率の個体データである。B21 は全フェーズを通じて一貫して Walk リンク選好を示した。B22 はどちらのリンクに対しても強い選好を示さないことが多かったが、第 8 フェーズでは Wait リンクへの選好を示した。A33 と B12 は Wait リンクを選好した。A33 の Wait リンク選好は全フェーズを通じて示された。B12 は最初の 4 フェーズで強い Wait リンク選好があり、その後第 5 フェーズでいったん相対反応率が反転したものの、第 6 フェーズ以後は第 4 フェーズまでの傾向が再現され、強い Wait リンク選好を示している。

相対反応率の変化過程を検討するため、並立連鎖スケジュール訓練初期の第 1 フェーズの相対反応率と、両リンクの左右配置をそれまでとは逆転させた第 5 フェーズの相対反応率をセッションごとにプロットしたものが Figure 3 である。A パネルが示しているように、B21 は当初から一貫して Walk リンク選好を示していたことがわかる。しかも第 5 フェーズ (B パネル) において Walk 選択キーの位置が左右反転しても、Walk 選択キーを選好する傾向は一貫して維持されていた。B22 は第 1 フェーズ、第 5 フェーズともに、無選好 (50%) への漸近傾向を示した。一方、A33 は訓練の進行につれて次第に Wait リンク選好を強めていったことがわかる。B12 は第 1 フェーズでは A33 と同様に Wait リンク選好が次第に増大しているが、第 5 フェーズでは選択傾向が反転し、Walk 選択キーへの相対反応率が高い水準に保たれていた。

Table 2 は全フェーズの最終 3 セッションのデータを FR 条件別に集計したものである。B21 は Walk 選択キーを有意に選好していた (FR20: $\chi^2(1) = 5.90, p < .05$; FR5: $\chi^2(1) = 5.11, p < .05$)。またこの個体の第 1 リンクでの総反応率 (左右両キーへの 1 分あたり反応数) は、FR20 条件で 39.2、FR5 条件で 43.1 となっており、他の個体と比べて大きかった。Walk リンク突入率は FR20 条件で 51.7%、FR5 条件で 52.7% と、Walk と Wait の両状況をほぼ均等に経験したことがわかる。一方、

強い Wait リンク選好を示した A33 と B12 には突入率に偏りがみられた。さらに B12 は第 1 リンクにおける総反応率も低いものであった。また平均所要時間のデータからわかるように、B21 と B22 は Walk リンクにおいて FT の設定時間内で FR スケジュールをおおむね完了させたが、A33 と B12 は FT 設定時間内で FR20 を完了させることが困難であった。

なお、2 つの FR 条件の間で Walk キーの相対反応率を比較したところ、A33 のみに有意な差が見られ、FR5 に比べ FR20 の方で Walk リンク選好がさらに弱まることが示された ($t(3) = 2.47, p < .05$)。ただし Figure 2 が示しているように、A33 のデータでこのような FR 比率の変更に伴った選好の変化が一貫して見られたのは前半の 4 フェーズのみであった。

考 察

本研究は、待ち時間対策の実例を、並立連鎖スケジュールを用いて選択行動の場面として模擬的に構成し、ヒューストン空港効果がハトの行動において示されるかどうかを検討するものであった。その結果、4 個体中 1 個体 (B21) は、Walk 選択キーの位置に関わりなく一貫して Walk 選択キーへの高い相対反応率を示した。しかし残り 3 個体のうち 2 個体 (A33, B12) は Wait 選択キーを選好し、1 個体 (B22) はいずれの選択肢への選好も示さず、個体差が強くみられた。

今回の手続きでは、Walk リンクを選択すれば FR による反応要求を満たす必要があったので、Walk リンクにおける餌の獲得には「労力」が伴っていた。一方 Wait リンクでは単に時間が経過するだけで餌が呈示された。したがって両リンクの「費用対効果」を比較すれば、Wait リンクを選択する方が餌獲得の手段としては合理的であったはずである。にもかかわらず、1 個体とはいえ Walk リンク選好が一貫して見られたことは、ヒューストン空港効果がハトでも起こりうることを示している。

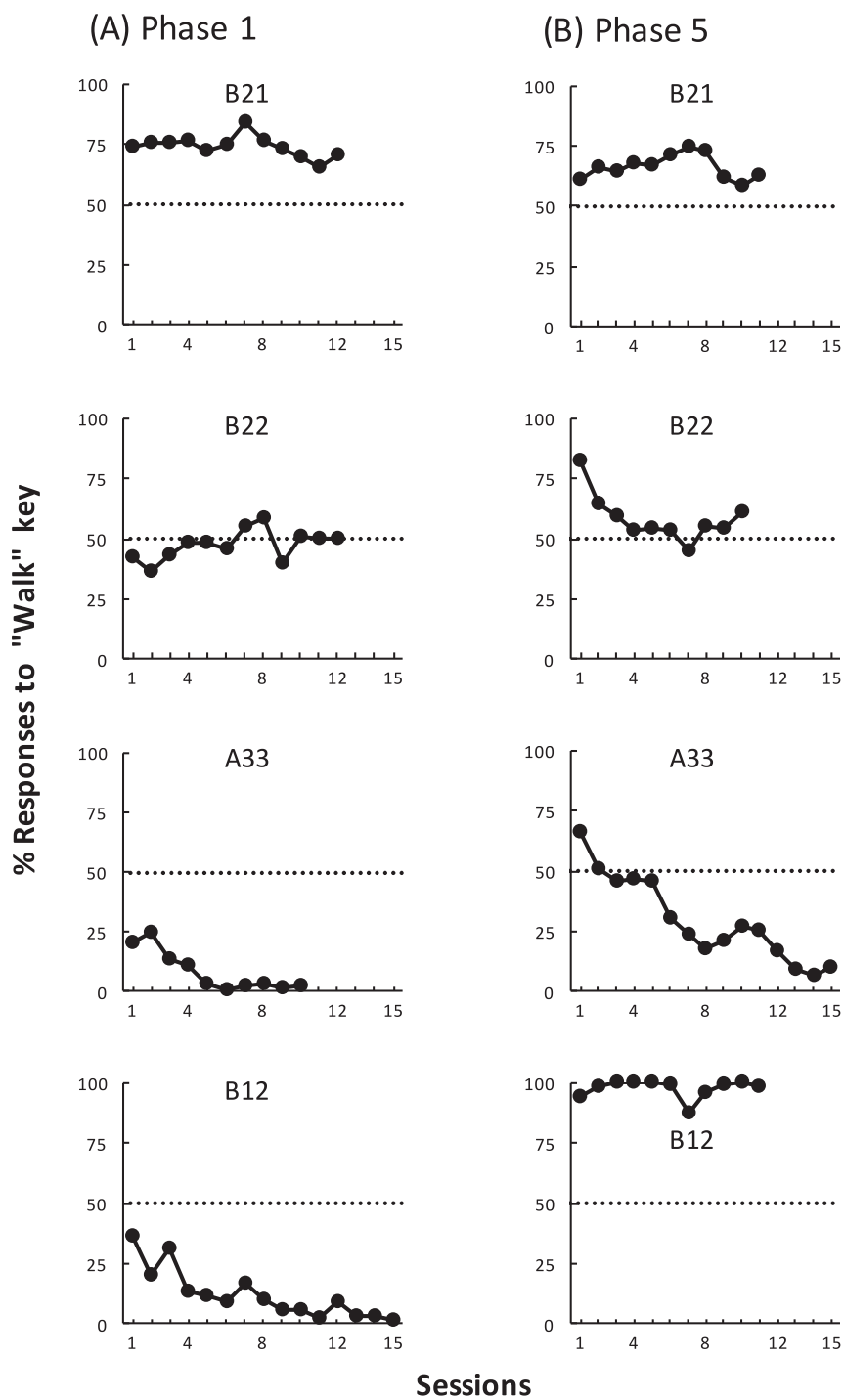


Figure 3. セッションごとの Walk 選択キーの相対反応率。

パネル A は第 1 フェーズ, パネル B は第 5 フェーズのデータを示す。

Table 2
全フェーズ最終3セッションのデータのFR条件別集計

個体	FR	第1リンク総反応率	"Walk" 選択キー 相対反応率(%)	"Walk" 突入率(%)	"Walk" 平均所要時間(s)
B21	20	39.2	67.2 *	51.7	20.1
	5	43.1	66.1 *	52.7	20.1
B22	20	23.2	36.6	45.6	21.6
	5	21.5	47.9	49.6	20.0
A33	20	27.7	8.4 ***	29.6	24.4
	5	29.8	23.0 ***	41.0	20.0
B12	20	18.6	3.1 ***	15.2	37.8
	5	13.8	29.8 **	40.2	21.3

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

なお並立連鎖スケジュールは、特別な手続きを付加しない限り、第2リンクの突入率を統制することはできない。そのため第2リンクの経験頻度の偏りが選択行動に影響を与えた可能性も考えられる。しかしB21はWalkリンクとWaitリンクの両方をほぼ均等に経験していたことから、この可能性は否定することができる。したがってB21の選択は経験率の差によるアーチファクトではなく、ヒューストン空港効果を反映したものと見なせるであろう。

またB12においても第5フェーズでWalk選択キーへの相対反応率の急激な増大がみられ、一時的にヒューストン空港効果が生じていた可能性もある。しかし第5フェーズがWalk選択キーとWait選択キーの位置を反転させた最初のフェーズであったこと、また第5フェーズ以外はすべて強いWaitキー選好であったことを考え合わせると、B12の第5フェーズの結果はヒューストン空港効果ではなく、直前のフェーズでWait選択キーであったキーに対して引き続き反応していた一種の履歴効果がみられたと解釈するのが妥当である。

労力をともなう餌獲得の方法を動物が好む場合があるというCFLにおいても、労力の程度はCFLの強度に影響する。たとえばCFL事態でFR

の値（要求反応数）を操作した研究では、FRの値が大きいとCFLは弱まることが示されている（Carder & Berkowitz, 1970; Tarte & Vernon, 1974）。今回の実験ではFR20とFR5の2条件を設け、Walkキー選択を比較したところ、3個体にはFR条件による差はなく、A33にのみ有意差がみられた。この個体は一貫してWaitリンク選好を示したハトではあったが、CFL事態のデータと類似して、FR値の大きい方がWalkキー選好を弱めるという結果であった。しかしこの個体にしても、Figure 2が示しているように、前半の4フェーズにおいてはFR条件に対応した形でWalkキー選択に変化がみられたものの、後半にはそのような対応がない。このように「労力」の程度と選好の関係について現時点では明瞭な結果は得られていない。この関係を検討するには、FR値の操作範囲を広げた実験がおそらく必要であろう。

今回の実験は、待ち時間をうめるような行動をおこなわせることによって、待ち時間の嫌悪性が軽減される可能性を示唆している。しかし実際のヒューストン空港の事例で、空港がとった対策が成功した理由としては、ほかにもさまざまなことが考えられる。Larson (1988)によると、手荷物受取所で苦情が多かったのは平日の午前7時から午前9時の間であり、クレームを寄せた多くの利

用者は空港到着後に仕事控えているビジネスマンであった。手荷物を待たなければならないビジネスマンは、荷物を預けなかった乗客たちがそのままタクシー乗り場へ直行していく姿を見て、ある種の不平等を感じて腹を立てたと Larson は推測している。苦情が減少したのは、手荷物受取所まで歩く距離を長くしたことで、荷物を預けようが預けまいが、すべての乗客がほぼ同じ時間にターミナルを出ることになって、このような不平等感が解消されたためであると彼は説明している。直接の証拠となるデータは存在しないが、このような社会的要因が関与した可能性は十分に考えられる。

待ち時間対策の研究にとって、本研究の寄与は限定的なものであろう。検討すべき独立変数は数多く存在する。しかしながら、単に労働を待ち時間に付加するだけでその選択肢への選好が生じうるといふ今回の知見は興味深いものであり、CFL 研究の文脈からも、さらに探求する価値があると考えられる。

引用文献

- Arkes, H. R., & Ayton, P. (1999). The sunk cost and Concorde effects: Are humans less rational than lower animals? *Psychological Bulletin*, 125, 591-600.
- Carder, B., & Berkowitz, K. (1970). Rats' preference for earned in comparison with free food. *Science*, 167, 1273-1274.
- Fleshler, M., & Hoffman, H.S. (1962). A progression for generating variable-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 5, 529-530.
- Jensen, G. D. (1963). Preference for bar pressing over 'freeloading' as a function of number of rewarded presses. *Journal of Experimental Psychology*, 65, 451-454.
- Larson, R. C. (1988). There's more to a line than its wait. *Technology Review*, 91, 60-67.
- 三島 大輝 (2016). 動物の「労働」に関する研究動向と課題 立教大学心理学研究, 58, 39-50.
- Stone, A. (2012). Why waiting is torture. The New York Times. Retrieved from: <http://www.nytimes.com/2012/08/19/opinion/sunday/why-waiting-in-line-is-torture.html?mcubz=1> (2017 年 9 月 9 日)
- Tarte, R. D., & Vernon, C. R. (1974). Rats' barpressing in the presence of free food as a function of fixed ratio schedules. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 3, 34-36.
- 宇野 雄 (2014). UI の改悪はユーザにストレスを与えるのか. Mac Fan 2014 年 1 号, 164.

—— 2017.9.14 受稿, 2017.12.9 受理 ——