行動経済学における価格研究の展開

立命館大学 恒松 伸¹

Development of the price study in behavioral economics

SHIN TSUNEMATSU

*Department of Psychology, Graduate School of Letters, Ritsumeikan University,
Kita-ku, Kyoto 603-8577*

Abstract Concepts of the price in the behavioral economics have been applied to analyze animals' feeding behavior under simple reinforcement schedules. Comparisons of demand curves plotted by the demand-supply equilibrium points showed the functional coincidence between effort and time costs only in the moderate range of price. The unit price expands the utility of demand curve analysis with the empirical approve for equivalence relations between cost and benefit factors included in the price. The labor-supply theory in which the price was treated as the wage rate predicted the behavior maximizing the utility of income-leisure (work) bundle and was supported by the experimental data. According to this theory, the wage rate by the interval schedule does not vary linearly in the leisure-work dimension, the functional difference between time and effort costs in the high price is possibly explained as a result of animals' preference for leisure predicted from this framework. The price studies have been developed to identify and integrate the environmental variables which are effective in animals' feeding behavior.

Key words : behavioral economics, unit price, cost, demand curve, labor supply.

1. はじめに

行動経済学 (behavioral economics) が行動分析学と経済学・生物学を結ぶ学際領域として誕生して以来、およそ四半世紀が経過した (Kagel & Winkler, 1972)。その間、行動経済学は、個々の経済主体の行動を合理的な選択行動としてとらえるミクロ経済学 (価格理論) の概念や方法論を、ヒトや動物 1 個体の行動の予測と制御に適用することによって、行動分析学の発展にさまざまな貢献をしてきた (Bickel, Green, & Vuchinich, 1995; 坂上, 1997)。しかしながら、日本における行動経済学の紹介の多

くは、その成立過程や行動経済学を支える理論とそれらの概念的説明、さらに実験的行動分析における選択行動研究との関係についての論述 (福井, 1988; 坂上, 1992, 1997; 坂上・山本・実森, 1994)にとどまり、実際の行動実験に行動経済学の方法論や理論を適用することによって明らかにされた事実や、その結果の産物として生じた新たな問題について、十分な検討がなされなかった。

このような観点から本稿では、基本的な強化スケジュールを用いた動物の摂食行動の分析において、食物消費量 (強化率) を規定する要因として行動経済学における価格の概念を導入した場合に、どのような新しい展開が生まれたのか、さらに現在なお、どのような問題点が残されているのかについて概説する。その中でも特に、問題点を明らかにした研究に注目し、今後

¹本論文を執筆するに当たり、貴重な助言をいただきました室伏靖子先生に深く感謝いたします。

の価格研究の進むべき方向性を模索することに主眼をおきたい。そのための基礎知識として、行動経済学においてその有効性が確認されている需要曲線分析 (demand curve analysis) を用いた消費行動研究の成果についてまず概観する。

2. 需要曲線分析とその成果

需要曲線とは、価格の関数としての消費量 (または強化率) を記述したものである。動物では通常、ヒトとは異なり、貨幣 (currency) という媒体を持たないため、行動経済学の初期において価格は、1 強化を得るために自発される反応数、すなわち行動価格として定義されていた (Hursh, 1980; Hursh & Bauman, 1987; 坂上, 1992; 坂上・山本・実森, 1994)。典型的な行動価格は、実験者により比率または間隔強化スケジュールで設定され、複数の行動価格に対して、実験セッション内での供給量とそれに対する動物の消費量の均衡が定常状態で得られる。この均衡点をプロットし、順次結ぶことによって、需要曲線が記述される。現在まで、行動価格の関数として消費量が減少するという需要の法則が、ヒト (Tustin, 1994) のみならず、ヒヒ (Foltin, 1991)、アカゲザル (Hursh, 1980)、ラット (Lea & Roper, 1977)、ハト (Rashotte & Henderson, 1988)、金魚 (Rozin & Mayer, 1964) 等のヒト以外の動物種においても確認されてきた (Lea, 1978, 1987)。

行動経済学の初期の段階から、特にマイクロ経済学の「需要の価格弾力性 (以下弾力性と表記)」の概念を実験的行動分析に積極的に導入した代表的な研究者の一人に Hursh がいる。弾力性 (elasticity) とは、価格の変化に対応して、消費量がどの程度変化するかを表す指標であるが、典型的に需要曲線が負の傾きを持つことから、弾力性を -1 をかけた正の値、すなわち弾力性係数 η として表してきた (倉澤, 1988; 坂上, 1997)。Hursh (1980, 1984) は、強化子の特性の記述において、この弾力性を強調し、需要曲線を両対数軸上にプロットした時の傾きが、

弾力性係数 η に対応するという性質を利用して、ある強化子の弾力性が、弾力的 (elastic; $\eta > 1$, 傾き < -1) か非弾力的 (inelastic; $\eta < 1$, 傾き > -1) か、または中立 (unit; $\eta = 1$, 傾き $= -1$) かを両対数軸上で図式化した (Figure 1 参照)。さらに、行動価格の変化量に左右されない、任意の行動価格における消費量の水準を強化子の強度として、弾力性と区別した。この強化子の強度は、食物遮断の程度や強化量の影響を受けて、傾きではなく需要曲線上の X 軸 (価格) に平行な変化として表される (Hursh, 1984)。

Hursh (1984) と Hursh & Bauman (1987) は、弾力性を規定する要因として、(1)消費者となる被験体の種、(2)強化子の種類、(3)有用性や価格についての 2 種類の強化子間の関係、(4)経済的文脈、(5)所得 (income) を指摘したが、上述のような両対数軸上の需要曲線分析を用いて、現在まで、需要曲線を規定するさまざまな制御変数が明らかにされてきた (Raslear, Bauman, Hursh, Shurtleff, & Simmons, 1988)。(1)については上述の需要の法則で触れ

Figure 1. Comparisons among inelastic, unit and elastic demands as a function of price in log coordinates. Description referred to Raslear et al. (1988, Figure 1). See text for further explanation.

たが、(2)以下を例示すると、まず(2)では、食物のみならず薬物を強化子とし、薬物への依存性の研究が、弾力性を指標とした行動薬理学 (behavioral pharmacology) に応用されている (Carroll, Carmona, & May, 1991; Hursh, 1991)。また(3)では、実験的行動分析の選択行動研究において、ほとんど取り扱われなかった質的に異なる2種類の強化子が積極的に導入され、2強化子間の代替(substitutes; 一方の強化子の価格の上昇に対して、他方の強化子への消費が増加する)、補完(complements; 一方の強化子の価格の上昇に対して、他方の強化子への消費が減少する) 関係が明らかにされてきた (Bauman, Raslear, Hursh, Shurtleff, & Simmons, 1996; Bickel, Degrandpre, & Higgins, 1995)。さらに(4)では、1日毎の実験セッション終了後に一定の食物遮断レベルより低い場合 (典型的には自由摂食時体重の80%)、実験箱以外で付加給餌を与える開放経済的実験環境 (open economy) と、1日の食餌消費量のすべてを実験箱だけで与える封鎖経済的実験環境 (closed economy) の区別がなされ、後者と比較して前者では、弾力性が高くなることが報告された (Hursh, 1980, 1984)。(5)について Hursh & Bauman (1987) は、反応する機会の制約を動物研究における所得と定義し、贅沢品 (luxury; 弾力性係数 $\eta > 1$ の強化子) と必需品 (necessity; 弾力性係数 $\eta < 1$ の強化子) の違いを明らかにする変数として次のように操作した。例えば、ヒヒを被験体とした Elsmore, Fletcher, Conrad, & Sodetz (1980) の研究では、2種類強化子に対する行動価格を同じに固定したまま、試行間間隔のみを増加させた。この操作により、1セッション内の試行数は減少し、所得は低くなる。実験の結果、試行間間隔の増加に対して、食物消費量はほとんど減少しなかったのに対し、ヘロイン消費量は大きく減少することが示された。この結果に対して Hursh (1980, 1984) は、非弾力的な消費を示す食物が必需品に、弾力的な消費を示すヘロインが贅沢品にそ

れぞれ対応すると説明した。

3. 価格研究の2つの流れ

前節で述べた需要曲線分析により、動物の食物消費行動を規定するさまざまな制御変数が明らかにされてきた。2節でみたように行動経済学では、価格と消費行動の関係が問題とされたが、価格そのものを研究対象とする動きが、80年代後半から実証的研究として本格化した (Collier, Johnson, Hill, & Kaufman, 1986; Hursh, Raslear, Shurtleff, Bauman, & Simmons, 1988)。これまでの価格研究を大別すると、従来の行動価格に便益要因 (benefit factor) を加えた単位価格 (unit price) の研究と、行動量により設定される価格を時間によるコストと反応数によるコストの2側面から比較検討した研究の2つの流れが挙げられる。実験セッション後に付加給餌という代替が存在する開放経済的実験環境と比較して、封鎖経済的実験環境では動物に要求される行動量と消費量のより直接的な関係が明らかになることから、通常価格研究では、後者が用いられてきた。したがって、特に断りのない場合、以後引用される研究では、封鎖経済的実験環境が用いられている。

3.1 単位価格研究の展開と問題点

現在の価格研究において頻繁に取り扱われている単位価格は、価格のより基本的な定義として Hursh (1980) によって提案されたが、上述のように、実証的研究は80年代後半から始まった。単位価格とは、要求反応数などのコスト要因 (cost factor) と強化量などの便益要因の比率 (cost-benefit ratio) を1つの単位とした価格である (Hursh et al., 1988; Hursh, Raslear, Bauman, & Black, 1989)。典型的な場合、要求反応数は固定比率 (fixed ratio; FR) スケジュールにより、また強化量は食物ペレット数やペレットサイズにより設定され (Foltin, 1992)、2つの構成要素を組み合わせた単位強化当たりの反応数 (反応数/グラム) として表さ

れる。例えば、10回の要求反応数／5グラムの強化子は、4回の要求反応数／2グラムの強化子と等価であり、両者とも単位価格2をとる。単位価格による分析では、コスト要因と便益要因という2つの変数が独立ではなく、相互作用して食物消費量（強化子）や反応率が決定される²と主張する（DeGrandpre, Bickel, Hughes, Layng, & Badger, 1993）。

例えば、ラットを被験体とした、Collier et al. (1986)の実験1では、4つのFR値(20, 40, 80, 120)と3つの食物ペレットサイズ(22, 45, 90 mg)を組み合わせた単位価格を操作した。その結果、単位価格の構成要素となる要求反応数と強化量とは独立に、それらの比率が同じとなる単位価格の間で、食物消費量がほぼ等しくなった。さらに両対数軸上で、単位価格の上昇に対する消費量の減少幅が大きくなることが明らかにされた。このような需要関数は、正に減速する関数 (positively decelerating function) と呼ばれている（Bickel, DeGrandpre, Higgins, & Hughes, 1990）。同じくラットを被験体とした Hursh et al. (1988)の研究では、コスト要因に操作体の重さを、便益要因にペレットが提示される確率を加え、コスト要因と便益要因の比率からなる単位価格の概念を拡張した。その結果、食物消費量に対して、同じ単位価格の構成要素間の機能的等価性と、正に減速する需要曲線の形状が確認された (Figure 2)。需要曲線が正に減速する場合、非弾力的な消費から弾力的な消費へ移行することを意味する。さらにコスト要因が比率スケジュールで設定され、なおかつ需要曲線が正に減速するとき、被験体の総支出量 (total expenditure; 総反応数×操作体の重さ) は Figure 3 のように、両対数軸上で最初増加し、最高点を越えた後、減少するという、逆U字関数2 (inverted U-shaped function) とな

Figure 2. Median number of pellets consumed per day under each unit price are shown in log coordinates for each condition. Symbols represent different combinations of the number of pellets, probability of reinforcement, and response effort (adapted from Figure 3 in Hursh et al., 1988).

Figure 3. Median total expenditures (responses×effort) under each unit price are shown in log coordinates for each condition. Symbols represent different combinations of the number of pellets, probability of reinforcement, and response effort (adapted from Figure 5 in Hursh et al., 1988).

²研究者によっては, bitonic function と記述する場合があるが、ここでは、それと同義に扱っている。

る (Hursh & Winger, 1995)。

このような単位価格分析 (unit price analysis) によって、現在まで消費量の正に減速する関数 (Figure 2 参照) と、反応率の逆U字関数 (Figure 3 参照) が、種 (ヒト, ヒヒ, アカゲザル, ラット, ハト等), 強化子の種類 (食物, 薬物等), 強化量の操作 (量, 密度等) の違いにかかわらず報告されている (DeGrandpre et al., 1993; DeGrandpre & Bickel, 1996)。これらの事実、コスト要因と便益要因を別々に評価する場合と比べて、実験結果の説明を簡潔化した。また、質的に異なった強化子間で正に減速する需要曲線の形状が異なることから、単位価格が消費量に及ぼす効果の比較がより正確にできるようになった。さらに、ある単位価格における消費量が判明すると、コスト要因または便益要因の一方を決めることにより自動的に他方が導かれるという利点を生んだ (Bickel, DeGrandpre, Hughes, & Higgins, 1991; Hursh & Winger, 1995)。他方、行動理論に対する貢献としては、比率スケジュールで観察される高い要求比率に対する反応停止 (ratio strain) の現象を、これまでの要求反応数の関数ではなく、要求反応数と交換可能な強化量を含めた単位価格の関数として再分析しなおす新たな提案がなされた点が挙げられる (Peden & Timberlake, 1984)。

上述のようなコスト要因と便益要因の機能的等価性が成立するとき、両対数軸上の需要曲線は2要因の構成要素の違いにかかわらず1つの関数に収束しなければならないが、相対的に高い単位価格に対して、変動が大きくなる実験事実が報告されている。例えば、Hursh et al. (1988) では、最高点後の減少部分において、組み合わせの異なる単位価格に対する総支出量の間に、かなりの変動が観察された (Figure 3 参照)。また、ヒヒを被験体とした Foltin (1994) の研究から、1ペレット条件と比較して5または10ペレットのいずれかの条件において、食物消費量の減少がより早く生起することが明らか

になった。一方、薬物を強化子として要求反応数と強化量を操作した先行研究を網羅し、単位価格で再分析した Bickel et al. (1990) の展望論文や、ヒトを用いて喫煙行動を分析した Bickel et al. (1991) の実験論文では、Foltin (1994) とは逆に、便益要因に小強化量が設定された場合に、需要曲線の変動が大きくなるという結果が報告された。これらの相違に対して、食物と薬物の強化子の質的違い (効能など) に起因している可能性が指摘されている (Bickel et al., 1991; Machenski & Meisch, 1998) が、この2つの研究結果が異なった原因は、現在でも明らかにされていない。

Hursh et al. (1988) は総支出量における最高点後の減少部分の変動について、明らかに異なった (生理学的) 過程の作用による影響を指摘し、その根拠として Rashotte & Henderson (1988) の研究に言及した。ハトを被験体とした彼らの24時間終日連続実験³では、食摂取のための行動価格が高い場合に、エネルギー消耗に対応して、反応に従事していない夜間に体温を低くするという体温調節方略 (thermoregulatory strategies) が、最高点後において顕著に観察されることが報告された。しかしながら、この研究では便益要因となる強化子提示時間が10秒に固定されているため、単位価格による需要曲線の減少部分の変動が直接検討できず、さらに、高い行動価格における体重または食物消費量の減少と夜行期の低体温の相関関係にもとづいて変動を推定していることから、十分な説明を与えているとはいえない。

3節-1をまとめると、(1)コスト要因 (要求反応数や操作体の重さ) と便益要因 (強化量や強化密度) の構成要素の違いにかかわらず、同じ

³封鎖経済的実験環境において用いられる実験事態の一つで、実験に従事している間、被験体はオペラント箱の中で24時間過ごす。体重測定や実験装置の維持以外には実験者が直接介入しないため、消費量と消費を行う時間帯に自由度が与えられた実験場面となる (Lucas, 1981)。

単位価格において食物や薬物の消費量に機能的等価性が成立すること、(2)広範囲の単位価格に対して、需要曲線は1つの関数に収束し、さらに単位価格の上昇に対して、非弾力的から弾力的な消費に変化すること、しかしながら(3)高い単位価格では需要曲線間の変動が大きくなり、コスト要因と便益要因の機能的等価性が成立する範囲が制約されることが、さまざまな動物種を用いた実験結果より明らかにされた。さらに(4)これまでの単位価格分析では、コスト要因にFR値を、便益要因に強化量を用いた実証的研究が典型的であるため、今後の課題としては、(a)他のコスト要因や(b)複数の要因を組み合わせた条件(Hursh et al., 1988)で、単位価格の有効性及適用範囲を明確にすることが重要であろう。4節では、(a)についてコスト要因に時間コスト(VI値)を用いた実験例を取り上げる。

3.2 価格の2側面としての時間コストと労力コスト

行動経済学の初期において、価格が1強化を得るために自発される反応数(行動価格)として定義されていたことについては、すでに2節で述べた。この時期は、実験的行動分析における動物の摂食行動研究で、質的に等しい2強化子間の強化回数の比率が反応回数の比率に一致するという対応法則(matching law; Herrnstein, 1970)にもとづいて行動の記述を行う「選択行動研究」のパラダイムが数多くの実験的、理論的成果を挙げていた頃と重なっていた(伊藤, 1983, 1997; 高橋, 1997; 高橋・岩本, 1982)。

このパラダイムの実験手法の一つである並立強化スケジュールでは、独立した変動間隔スケジュールが並列的に用いられる。初期におけるHurshの研究目的の1つは、2種類の質的に異なる強化子間の選択行動を対応法則との関係で考察することにあった(Hursh, 1978, 1980)ため、選択行動研究と同様、価格の設定にVI値が用いられた。さらに、ラットを被験体とし、強

化子に脳内電気刺激(electrical brain stimulation)と食物ペレットを用いて両者の弾力性を比較したHursh & Natelson (1981)においても、並立変動間隔スケジュールによる設定がなされ、個々の強化を得るまでの遅延時間中に、実際に自発された反応数の平均が行動価格とされた。しかしながら、このVI値による価格の設定をコストの側面から考えた場合、動物が強化を得るまでの遅延時間によるコスト、すなわち時間(time)コストが課されたことになる。

行動価格が比率スケジュールで設定される場合、1強化を得るまでの要求反応数である労力(effort)コストが、現実自発される反応数と一致するが、他方、間隔スケジュールではスケジュール値を充足するまでに出現した反応数が現実の行動価格となる(Allison, 1983a)ため、スケジュール値の関数としての現実の行動価格の変化が問題となる。Hursh & Natelson (1981)の再分析を行ったHursh & Bauman (1987)は、VI値の上昇に対して、現実の行動価格(1強化あたりの反応数)が増加することを指摘したが、関数の形状については言及しなかった。Figure 4はHursh & Bauman (1987)において、VI値の関数としての行動価格の変化を著者が再分析したものである。2種類の強化子それぞれに対して最小2乗法により直線または曲線をあてはめ、決定係数を比較した。その結果、Figure 4に示したように、いずれの強化子においても対数関数によくあてはまることが明らかになった。この結果は、時間コストによる設定と現実の行動価格が非線形な関係にあることを示し、さらに、行動価格の関数としての消費量の減少が時間コストまたは労力コストのどちらによって規定されるかという新たな問題を提起した(DeGrandpre et al., 1993; Dougan, 1992; Mathis, Johnson, & Collier, 1995)。

価格の上昇にともなう食物消費量減少の制御変数を、労力コストと時間コストの比較により試みた研究として、Bauman (1991)が挙げられる。24時間終日実験で6個体のラットを用いた

Figure 4. Mean price emitted by rats for electrical brain stimulation and food as a function of the variable interval schedules arranged concurrently for both reinforcers. Data from Hursh & Bauman (1987) were reanalyzed. Symbols represent each of the reinforcer and a line of best fit was determined for each data set using a logarithmic regression equation. Goodness of fit can be estimated by the r^2 parameters. See text for further explanation.

この研究では、まず労力コスト条件としてFRスケジュールを用い、FR値の上昇にともなう消費量を調べた。引き続き、時間コスト条件として、労力コスト条件の第1反応から要求反応数が満たされるまでの平均遅延時間を、固定間隔 (fixed interval; FI) スケジュールのFI値とした場合の消費量を求め、2条件間の需要曲線を比較した⁴。強化までの平均遅延時間が等しいことから、まずこの平均遅延時間の関数として両条件の需要曲線を比較したところ、全ての被験体で、両条件下の需要曲線が重なっていた。

⁴Bauman (1991) では、厳密には第1リンクをFR 1に固定し、第2リンクにFRまたはFIスケジュールを配置した連結スケジュールが用いられたが、本文では説明の簡略化をはかるため、そのような表現を避けた。

一方、現実の行動価格の関数として、同様に需要曲線を比較したところ、ある値を超えたところで、時間コスト条件の食物消費量の減少が、労力コスト条件の場合よりも著しく大きくなった。さらにその傾向がみられる現実の行動価格に個体差があった。これらの結果より Bauman (1991) は、労力コストの増加にともなう食物消費量の減少が、強化までの遅延時間の増加によって生じるとした。これにより、労力コストが設定された場合の食物消費量の減少が、第1反応から強化までの現実の時間コストの増加によることが主張された。

Bauman (1991) の研究では、時間コスト条件において自発された現実の平均反応数を労力コストとした実験条件を設定しなかったのに対して、ある一定量の食物供給がなされた時点で実験セッションが終了する短時間セッションでハトを用いた恒松 (1997) の研究では、現実の平均反応数を労力コストとした実験条件を加え、労力コストの機能をより明確化した。その結果、食物消費量の減少が遅延時間の増加によって生じるとした Bauman (1991) が支持されたが、FIとVIスケジュールで設定された2種類の時間コスト条件間で、FRスケジュールで設定された労力コスト条件との需要曲線の重なりが程度が異なっていた。すなわち、強化までの平均遅延時間の関数として設定されたVIスケジュールにおける時間コストの方が、FIスケジュールの場合よりも、労力コスト条件の需要曲線と重なる部分が多くなった。さらに、FRスケジュールの最大値で、高い要求比率に対する反応停止が確認された。この反応停止の現象は、FRとVIスケジュールにおいても、重なりがある限定された範囲内でのみ成立し、相対的に高い価格において、VIと比較してFRスケジュールの食物消費量の減少が大きくなる可能性を示唆した。

上述のように Bauman (1991) や恒松 (1997) の研究では、機能的に等価な時間や労力を新たな実験変数として設定し、需要曲線の重なり

程度により、時間コストと労力コストの比較を行うという手続きが用いられた。しかしながら、時間コストと労力コストのどちらが消費量減少の制御変数であるかについては、強化間間隔 (interreinforcement interval) と自発反応数が通常正に相関するため、2つのコストの効果は手続き上、厳密に区別できないことが Bickel et al. (1991) や DeGradpre et al. (1993) によって指摘されている。彼らの指摘に従うならば、Bauman (1991) や恒松 (1997) の研究は、共変動する時間コストまたは労力コストの成分によって、需要曲線が重なる部分がどの程度多くなるかを示していることから、制御変数を同定するというよりも、どちらのコストがより優位に機能しているかを示唆するにとどまっていると考えられよう。

間隔スケジュール中の自発反応を操作した価格研究は、現在までほとんどなされていない。24時間終日実験でラットを被験体とした Bauman & Kant (1995) では、操作体として2つのレバーを用いた遅延交替手続きを使い、強化までの遅延時間が0.01秒から16秒まで7段階で操作された。一方のレバーを押すと手がかりライト点灯とともに遅延時間が開始され、その後、遅延時間が経過するとライトが消灯し、もう一方のレバーを押すことによって食物強化子 (ペレット) が提示された。遅延時間中のレバーへの反応により、設定された遅延時間はリセットされた。すなわち、遅延時間中の反応を抑制し、遅延時間を反応から分離した。実験結果より Bauman & Kant (1995) は、切り替え反応間の遅延時間の増加が、FR スケジュールにおける反応数の増加や反応が完了するまでの時間の増加と類似した機能を持ち、食物消費量を減少させると結論づけたが、需要曲線 (Bauman & Kant, 1995, Figure 3) を見る限りその減少は明確ではない。

これに対し、より精緻な実験手続きで、強化間間隔と強化間反応数を機能的に分離した研究例が、行動経済学成立以前の実験的行動分析研

究に見られる。開放経済的実験環境において8個体のハトを用いた Neuringer & Schneider (1968) の研究では、時間コスト条件として FI スケジュールを、労力コスト条件として FR スケジュールを使用した。強化が提示されるまでの毎回の反応に対してブラックアウトを挿入し、挿入時間を0秒から最大4.96秒まで6段階で操作した。この操作により、FR スケジュールでは強化間の反応数に影響を及ぼすことなしに強化間間隔を変化させた。一方 FI スケジュールでも同様に強化準備状態までの毎回の反応に対して0秒から最大4.96秒の6段階でブラックアウトを挿入した。そして、この挿入時間をスケジュール値 (FI 30秒) の中に含めることによって、強化間時間に影響を及ぼすことなしに、強化間の反応数を変化させた。2条件の比較から、強化後またはブラックアウト後の反応潜時 (response latency) は強化間間隔と高い相関があったのに対して、強化間の自発反応数との間には、相関がみられないことが示された。この結果から、強化間に自発された反応数とは独立に、強化間間隔が反応を制御することが主張された。その後、強化後の反応潜時が強化間の自発反応数とではなく、強化間間隔と高い相関がある事実は、Killeen (1969) においても確認された。Neuringer & Schneider (1968) の結果は、時間コストがより基本的なコストであることを示唆した。しかしながら、Neuringer & Schneider (1968) の研究は、強化間間隔または強化間反応数と反応潜時の相関関係の分析に焦点をあてたものであり、さらにブラックアウトの挿入により複雑な随伴性を設定していることから、単一強化スケジュールで設定される通常のコストと食物消費の直接的な関係を明らかにしない。

3節-2をまとめると、(1)行動価格のある範囲 (低い価格から中程度の価格) において、動物の食物消費行動が時間コストの要因で規定されること、(2)その価格範囲において労力コストは時間コストに変換可能であること、(3)高い行動

価格において、食物消費量の減少は、時間コストと比較して労力コストで大きくなることの可能性が示唆された。さらに問題点として、(4)単一強化スケジュールで操作する場合、時間コストと労力コスト機能の完全な分離が困難であることが指摘される。

4. 単位価格におけるコストの問題

3節では行動経済学における価格研究の2つの流れとして、単位価格とコストの問題を取り上げ、現在までの経過と未解決な点について述べた。4節ではこれらの2つの問題を統合的に扱った Peden & Timberlake (1984) の実験2と3を実験例として挙げ、それらについての DeGrandpre et al. (1993) の再分析との比較検討を通じて両者の見解の違いに注目し、争点を明らかにする。

Peden & Timberlake (1984) の実験2と3では、3時間セッションにおいて、それぞれ1個体または3個体のハトを用い、強化子提示時間(3, 9, 15秒)が食物消費量と反応数に及ぼす効果について検討した。実験2では6つのFR値(10, 25, 50, 100, 200, 300)が、一方、実験3では2つのVI値(30, 240)が用いられた。データの取得後に、実験2の労力コスト条件と実験3の時間コスト条件の設定に関らず、単位グラムあたりに実際に自発された反応数を事後価格(現実の反応数/グラム)とし、その関数として反応数と食物消費量の変化を分析した(Peden & Timberlake, Figure 8, 9)。実験2の結果、事後価格の関数として、労力コスト条件の食物消費量は減少し、他方、反応数は逆U字関数となり最高点も明瞭であった。しかしながら、便益要因として設定した上述の3種類の強化子提示時間の違いにより、食物消費量が1つの需要曲線に収束するか否かについては明確でないことが報告された。続く実験3では、実験2と同様に事後価格の関数として、時間コスト条件の食物消費量は減少したが、反応数の結果は異なっていた。すなわち事後価格の上昇に対して最初

増加し、最高点に達した後は、その後の価格上昇に対して比較的一定のまま維持され、実験2と比較して最高点が明確でないことが報告された。さらに、手続きをより精緻にした Timberlake & Peden (1987) の実験1と2から、反応数の最高点の位置が労力コストよりも時間コストにおいてより高い価格(より低い報酬密度)で生じることが明らかになった。この結果は、相対的に高い事後価格において、FR値で設定された労力コストとVI値で設定された時間コストの機能が異なるという Peden & Timberlake (1984) の見解を支持している。

DeGrandpre et al. (1993) は Peden & Timberlake (1984) の事後価格の関数として、食物消費量と反応数の変化を両対数軸上で再分析した。さらに事前に決定される単位価格の関数としての食物消費量と反応率の変化との比較を行った。ここでの単位価格は実験2でFR値/強化子提示時間、実験3でVI値/強化子提示時間であった。実験2の再分析結果(Figure 5)において、価格として事後価格と単位価格のどちらを用いても、便益要因とコスト要因の操作に機能的に等価な関係が成り立ち、食物消費量と反応数の変化がそれぞれ1つの曲線に収束した。このことは、実験3の再分析結果(Figure 6)においても同様であった。さらに実験2と3を1セットとして事後価格の関数として両対数軸上にプロットし、再分析した結果(Figure 7)、強化スケジュールの違いにもかかわらず、事後価格が食物消費量と反応率の変化に類似の効果を及ぼすことが主張された。

Peden & Timberlake (1984) と DeGrandpre et al. (1993) の分析方法と見解の違いを整理すると、(a)食物消費量が個々のコスト条件で1つの需要曲線に収束するか否か、(b)事後価格が食物消費量(または反応量)に及ぼす効果が労力コストと時間コスト条件で同じか否かが挙げられる。(a)の違いについて DeGrandpre et al. (1993) は、Peden & Timberlake (1984) では両対数軸上で分析が行われなかったため、1

Figure 5. Mean consumption by the single subject is shown, in log coordinates, as a function of post-session price (pecks per gram) in the left panel and unit price (fixed-ratio/food duration) in the right panel. Symbols represent data from each of the different food accessible duration. This figure was adapted from DeGrandpre et al. (1993) who reanalyzed the data from Experiment 2 in Peden & Timberlake (1984).

Figure 6. Mean consumption by the single subject is shown, in log coordinates, as a function of post-session price (pecks per gram) in the left panel and unit price (fixed-interval/food duration) in the right panel. Symbols represent data from each of the different food accessible duration. This figure was adapted from DeGrandpre et al. (1993) who reanalyzed the data from Experiment 3 in Peden & Timberlake (1984).

Figure 7. The consumption data from fixed-ratio and variable-interval schedule experiments are plotted using post-session price in log coordinates to compare the function of effort and time costs (adapted from DeGrandpre, et al., 1993). The data were originally taken from one pigeon in Experiment 2 and three pigeons in Experiment 3 in Peden & Timberlake (1984).

つの需要曲線への収束が明確にされなかった点を指摘したが、Figure 5, 6 を見る限りこの指摘は支持されると考えられる (DeGrandpre & Bickel, 1996)。3 節-1 で述べたように、通常の場合、単位価格分析ではコスト要因として労力コストが用いられ、FR スケジュールによって設定されるが、実験 3 のように時間コストを用いた場合でも、需要曲線が 1 つに収束する可能性を示唆し、単位価格の概念をさらに拡張した点で評価できる。

他方(b)の違いについて、時間コストと労力コスト条件間の需要曲線の重なりから Peden & Timberlake (1984) の実験事態を再評価すると、Figure 7 の相対的に高い事後価格において、時間コスト条件よりも労力コスト条件の減少が大きいことがわかる。すなわち、コスト要因のみを単独で操作した恒松 (1997) の場合と同様の傾向が、事後価格を用いた場合においても見出された。しかしながら、実験 2 の被験体は 1 個

体のみであり、これが一般的な現象か否かについては決定できない。また、実験 3 では、コスト要因として 2 つの VI 値しか用いられておらず、実験 2 と比較して事後価格の範囲が狭まり、相対的に低いまたは高い価格のデータが欠損している。さらに、実験 2, 3 では被験体が異なるため、Figure 7 の 2 つの需要曲線に個体差の要因が反映されている可能性もある。

3 節-2 において、機能的に等価な時間コストや労力コストを新たな実験変数として設定し、需要曲線の重なるの程度から両コストの比較を行った Bauman (1991) や恒松 (1997) の研究から、労力コストに対する時間コストの優位性が示唆された。この時間コストの優位性が、コスト要因に時間コストを用いた単位価格においてもあてはまるであろうか。上述したように、Figure 7 の資料は再分析されたものであり、手続的な難点から、直接の解答を得ることができない。しかしながら、コスト要因に労力コスト (FR 値) を設定した場合よりも時間コスト (VI 値) を設定した場合に、反応数の最高点がより高い単位価格で生じた上述の Timberlake & Peden (1987) の結果と、コスト要因に労力コスト (FR 値) が用いられたときに、最高点後の反応率の減少部分に変動が生じた Hursh et al. (1988) の結果 (3 節-1 参照) を考え合わせると、コスト要因に時間コストを用いた場合、より広範囲の単位価格に対して、食物消費量の機能的等価性が成立する可能性が示唆される。

コスト要因と便益要因の比率による機能的等価性を前提とする単位価格において、コスト要因を労力あるいは時間によって操作するときの等価性が問題にされるのと同様に、便益要因としての強化の大きさを何で操作するかによって生じる効果の相違も問題となるであろう (Bonem & Crossman, 1988; Collier, Johnson, & Morgan, 1992)。例えば、ハトを被験体とした Epstein (1981) の研究では、連続強化スケジュールを用い、強化子提示時間 (1 から 16 秒) の関数として、1 強化あたりの消費量

がどのように変化するかを検討した。その結果、7秒までの提示時間に対して消費量はほぼ直線的に増加したが、さらなる提示時間の上昇に対して消費量の増加分は減少した。この結果は、単位価格の便益要因として通常用いられる強化量（食物ペレット数やサイズ）の操作と強化子提示時間の操作の違いにより、強化の大きさの効果に違いが生じる可能性を示唆している（Bonem & Crossman, 1988）。上述の Peden & Timberlake (1984) では、2つの強化子提示時間が7秒を越えていたため、便益要因に食物ペレットなどの直接的な強化量が用いられた場合においても Figure 7 と同様の結果が得られるか否かについては、さらに検討すべきであろう。

4節をまとめると、(1)単位価格のコスト要因に時間コストを用いた場合も、労力コストを用いた場合と同様に、1つの需要曲線で記述できること、(2)コスト要因に時間コスト（VI 値）と労力コスト（FR 値）を設定した需要曲線は、中程度の事後価格の範囲でほぼ重なるが、高い事後価格において、労力コストで設定した食物消費量の減少が時間コストの場合より大きくなることが示唆された。したがって、(3)行動価格で示されたような労力コストの時間コストへの変換可能性や、労力コストに対する時間コストの優位性が、単位価格においても成立するかを結論するためには、事後価格ではなく事前に決定される広範囲の単位価格を用いた組織的な研究が必要であろう。さらに、(4)コスト要因と便益要因の機能的等価性を前提とした単位価格では、コスト要因のみならず便益要因の操作的定義も明確にしなければならない。

5. 労働供給理論における価格の位置

4節までは主に動物の食物消費行動について、価格の実証的研究を中心に概説し、未解決の課題を指摘してきた。これらの研究では需要曲線分析を用い、さまざまな実験事態において弾力性を記述するという点で、Hursh らのグ

ループに特徴的な需要と供給の均衡によるアプローチが採用されている。この Hursh らの立場について、坂上 (1997) は、経済学における需要・供給曲線についての経験則とその記述の範囲に分析を限局していると指摘しているが、このことは3節、4節で詳述した価格機能の分析においても当てはまるであろう。

これに対して Kagel らのグループでは、さまざまな選択場面における行動を、最適化の問題としてとらえ、最大化理論 (maximizing theory) により、ある環境制約下における最適化の予測を試みている (Rachlin, Battalio, Kagel, & Green, 1981)。ここでの選択場面とは、2種類の強化子間（経済学における2財間に対応；坂上, 1989）または単独の強化子が用いられた場合の所得と余暇 (leisure) 間の選択場面である。それぞれの場面に对应して、ミクロ経済学における消費者行動の理論と労働供給の理論が適用されるが、いずれの理論でも効用の最大化が仮定されている (岩田, 1993；坂上, 1997)。これまで述べてきた弾力性の記述を中心とした価格研究との対比のために、ここでは単独の強化子を用いた場面をとりあげ、余暇、労働 (work)、所得による分析の重要性を述べる。

Figure 8 は Kagel, Battalio, & Green (1995) による労働供給理論の模式図を示したものである。ここで、縦軸は所得を、横軸は余暇に費やした時間または労働に費やした時間を表している。動物実験の場合、所得は食物消費量に、また労働は操作体に対する自発反応量に相当する。労働と trade-off の関係にある余暇は、労働以外のすべての活動（例えば、ハトにおける羽づくろいや羽ばたき等）を示し、労働と余暇時間の総和は1日の利用可能時間、すなわち実験セッション時間に相当する。生活体はこの理論的な行動空間内で、所得と余暇（または労働）のある組み合わせを選択するが、その選択点は、あるセッション時間内の強化スケジュールによって制約される。この環境による制約は予算制約線 (budget line) と呼ばれ、Figure 8 にお

Figure 8. Diagram of labor-supply theory adapted from Figure 4.3 in Kagel et al. (1995). See text for further description.

いてOA、OB等で表されている。強化スケジュールが比率スケジュールで設定される場合、予算制約線は直線となり、労働時間に比例して所得が増加する関係が常に保たれる。この予算制約線は賃金率（報酬量／反応数）を示し、Figure 8ではOAがOBより高賃金率であることがわかる。

一方、OFXCはOAに対して所得補償賃金減少（income-compensated wage decrease）の予算制約線を示している。すなわち、この新しい予算制約線ではベースラインの予算制約線OAの点Xにおける所得を補償しながら、賃金率が減少している。OFXCのもとでの点Xから点Yへの労働量の減少（ $X_h - Y_h$ ）は、代替効果（substitution effect）と呼ばれている。またOFXCからOBへの平行移動は、賃金率が一定のまま、OFで表される不労所得（unearned income）⁵が取り除かれた予算制約線を示している。この新たな予算制約線のもとでの点Yから点Zへの労働量の増加（ $Y_h - Z_h$ ）は所得効果（income effect）と呼ばれている。このように

点Xから点Zへの労働供給の変化（ $X_h - Z_h$ ）は常に、代替効果と所得効果の和に等しくなる（ $(X_h - Z_h) \equiv (X_h - Y_h) + (Y_h - Z_h)$ ；Green, Kagel, & Battalio, 1982）。

労働供給理論では、上述のような予算制約線を実際の実験場面で設定することが可能であり、その制約下における効用最大化が仮定される。点X、Y、Zの各点に接する曲線は各予算制約線において、効用が最大となると仮定した場合の無差別曲線（indifference contour）を表している。無差別曲線は効用が等しくなる（無差別になる）点を結んでできた曲線で、所得と余暇量がより多い組み合わせが選好され、しかも個々の無差別曲線は交わらない⁶ことが仮定されていることから、効用は $Y > X > Z$ となる。例えばベースラインの予算制約線OA上の選択点Xを補償して、賃金率を低下させた新たな予算制約線OFXCを設定した場合、無差別曲線による分析は、点Yのような所得が低く余暇が多い組み合わせの選択を予測し、より高次の無差別曲線への移行による説明を行う。開放経済的

⁵文字どおり労働を供給せずに得られる所得のこと。動物実験では、変動時間（VT）スケジュールで食物を与える場合が多い。

⁶無差別曲線が交わらないという性質は、正確には無差別曲線の間に推移律が成立する前提から導かれる（倉澤，1988）。

実験環境でハトを用いた Battalio, Green, & Kagel (1981) では、40 分セッション実験において、まずベースラインとして OA に変動比率 (variable ratio; VR) スケジュール (例えば VR50) を用いた。この条件における最終 5 セッションの平均値が点 X に相当する。引き続き、所得補償賃金減少の手続きを導入した。すなわち、点 X で得られた所得の半分を不労所得として、VT スケジュールで与え (OF)、賃金率を 2 倍 (例えば VR100) にした。その結果、点 Y にみられるような代替効果が 6 個体全ての被験体で確認された。さらに、賃金率を変えずに不労所得を与えない OB の条件から、点 Z にみられるような所得効果も確認された (Green, Kagel, & Battalio, 1987)。また、同じく開放経済的実験環境でハトを用いた Green, et al. (1982) では、ベースラインの賃金率が上昇するほど、所得補償賃金減少の実験事態における労働供給の減少が小さくなることが報告された。

需要曲線分析の価格と比較して労働供給理論における価格の特徴は、ある所得レベルのもとでの価格を賃金率 (予算制約線) として取り扱っている点である。4 節まで述べてきた労力コストによる価格は一貫して反応数/強化量の形で扱われたが、賃金率はこの逆数に一致する (Tustin, 1994, 1995)。予算制約線 OB から OA への変化は、共通の点 O を通り、勾配で示される賃金率のみが変化しているため、所得一定賃金変化 (income constant wage change) と呼ばれている (Kagel, et al., 1995)。上述のように労働供給理論では賃金率の上昇に対する選択点の移動が、所得効果と代替効果に分解して説明できることを提案する。所得一定賃金変化の手続きを用い、低から高へ賃金率を上昇させた動物研究から、食物消費量 (強化率) と労働供給量 (反応率) が最初増加し、ある一定の所得レベルに到達すると、賃金率の更なる上昇に対して、今度は労働供給量を減らし余暇を増やすという労働供給の後屈 (backward-bending) 現象が報告されている (Allison, 1983b;

Figure 9. Backward-bending labor supply curve shown by pigeon subjects (adapted from Schrader & Green, 1990). RRs represent random-ratio schedules.

Schrader & Green, 1990)。例えば、Green, et al. (1982) の再分析を行った Schrader & Green (1990) では、乱比率 (random ratio; RR) スケジュールで設定される RR 値の上昇に対して、Figure 9 のような後屈労働供給曲線が観察されることを示した。このように、価格を賃金率 (予算制約線) として組み込んだ労働供給理論により、高賃金率 (低い価格) で所得 (食物消費量) をさらに増加させるよりも、余暇を増加させる行動を選択する現象の説明が可能になる。

比率スケジュールによる賃金率が常に一定であるのに対し、間隔スケジュールによる賃金率は反応率によって変化する。すなわち、低反応率では急勾配に増加するが、さらなる上昇に対して増加分が減少するような負に加速した曲線となる (Hursh, 1980; Lea, 1978)。Kagel, et al. (1995) はこの 2 種類の賃金率を Figure 10 のように同一平面上に描き、上述の所得補償賃金減少との類似性から理論的説明を行っている。それに従うと、図上の点 A は 2 つの強化スケジュールにおいて、同じ労働量 (反応率) から同じ所得 (強化率) が得られる組み合わせを示すが、間隔スケジュールによる予算制約線では、ほとんど賃金率が上昇しない点 A よりも点 B を

Figure 10. Comparison between ratio and interval constraints in labor-supply theory (adapted from Figure 5.1 in Kagel, et al., 1995).

選択した方が、所得に対する余暇量の代替が起こり効用が高くなる。労働供給理論は、強化率が等しい条件において、間隔スケジュールが比率スケジュールと比較して低反応率となる現象 (Baum, 1993; Catania, Matthews, Silverman, & Yohalem, 1977) に1つの説明を与えるが、間隔スケジュールによる予算制約線の正確な形の推定にはいくつかの議論があり、確定していないのが現状である (Baum, 1973; 平岡, 1997; Rachlin, 1982; Rachlin, et al., 1981)。この問題が解決されることによって、Kagel, et al. (1995) が指摘しているような、離散的な予算制約線 (Figure 8 の OFXC) と連続的な予算制約線 (Figure 10 の間隔スケジュール) の比較検討が可能になると考えられる。

5節をまとめると、(1)所得と余暇の組み合わせによる効用の最大化を仮定する労働供給理論において、価格はある所得レベルにおける賃金率 (予算制約線) として設定される。(2)比率スケジュールによる賃金率は、所得レベルと労働量 (または余暇量) によって構成される行動空間において、一定の勾配を持つ直線として示さ

れる。一方、間隔スケジュールによる賃金率は、反応率の関数として負に加速する曲線となる。(3)価格 (賃金率) の変化にともなう消費行動の変化は各予算制約線上の選択点の移動として示され、代替効果と所得効果に分解して説明される。(4)所得補償賃金減少の手続きより、余暇を増加させて所得を減少させる代替効果が確認され、さらにその効果がベースラインの価格の上昇 (賃金率の減少) にともない大きくなることが明らかにされた。(5)所得補償賃金減少の賃金率と形状が類似している間隔スケジュールにおいても、代替効果によってベースラインの価格が上昇するほど反応率の減少が大きくなる可能性が示唆された。(6)所得一定賃金変化の手続きより、代替効果と所得効果の相対的な大きさに依存して、後屈労働供給曲線が観察されることが示された。

6. 結語

本稿では、動物の食物消費行動に対して行動経済学における「価格」の概念を導入した場合に、新たに何が明らかされ、その結果からさらにどのような問題が生じているのかについて、実証的研究に則して概説した。これらの研究成果は、価格が食物消費行動の決定に重要な役割を果たしていることを一貫して示している。

需要曲線分析は、行動価格の関数として消費行動を記述することによって、強化子、強化スケジュール、動物種の違いにもかかわらず、それらの比較と分析に大きな成果をあげてきた。この需要曲線分析を労力コストと時間コスト機能の比較に適用した結果、(a)行動価格を決定する労力コストが、ある範囲内において時間コストに変換できること、しかしながら、(b)相対的に高い価格において、労力コストに対する食物消費量の減少が、時間コストの場合よりも大きくなることが示唆された。

価格がコスト要因と便益要因との比率により決定されることを提唱した単位価格の主張は、消費行動に対する両要因の効果が構成要素の違

いにかかわらず等価であることを示した実験事実により、需要曲線分析の適用範囲を拡大した。しかしながら、上記(b)で残されたコスト要因の問題はそのまま存続し、さらに単位価格を用いる場合、コスト要因の問題と同様に、便益要因として設定される操作変数間の等価性も問題になることが指摘された。これらの問題はいずれも、単次元尺度上を変化する価格の関数として消費行動を記述した結果として生じたものであり、構成要因と各要因に対応する操作変数が多くなるに従って、さらに複雑になる。

このような単位価格の弱点にもかかわらず、なお単位価格を用いる利点は、これまでの実証研究で明らかにされた適用範囲の広さと、さらなる拡張の可能性にあるといえよう。現在までのところ、3節-1で詳述した以外に、コスト要因に電撃すなわち負の強化子を用いた研究や、便益要因に強化量と強化密度を組み合わせた研究の再分析から、いずれの場合においても1つの需要曲線への収束が確認されている(Bickel, DeGardpre, & Higgins, 1993)。複数の操作変数を組み合わせた食物消費行動の実証的研究はHursh et al. (1988)以降なされていないが、単一の操作変数の比率のみで構成される行動価格(反応数/強化数)と異なり、新しい環境変数との間に機能的関係を見出し、より多様な実験事態における消費行動の分析を可能にする点で、組み合わせた変数への拡張は特に注目すべきであろう。

需要曲線分析と労働供給理論における価格の位置づけの違いは以下のように要約される。需要曲線分析における価格は、行動価格と単位価格のいずれにおいても、個々の比率として代表される。そして、価格は単次元尺度上の変数として扱われ、消費行動はこの1変数の関数として需要曲線上の1点で示される。したがって、需要曲線分析において価格は、消費行動の決定要因として位置づけられていると言える。

一方、労働供給理論の価格は、所得と余暇(または労働)の2変数で構成される行動空間にお

いて、反応と強化の随伴性によって制約される勾配、すなわち予算制約線として扱われる。この理論における動物の消費行動は、所得と余暇の組み合わせによる効用を最大にする選択の結果としてとらえられ、最適な組み合わせは、予算制約線上の1点として示される。したがって、労働供給理論において価格は、選択行動を制約する環境条件であるが、所得と余暇の組み合わせの選択を制約線上の1点に決定する要因ではない。効用の最大化に関係なく、動物の消費行動が需要の法則に従う事実を明らかにすることは経験則にもとづいた需要曲線分析のみでも可能である(Green & Freed, 1998)が、労働供給理論により、選択に影響を与える新たな環境変数(所得と余暇)が指摘され、それらの変数を導入することによって、例えば労働供給曲線の後屈する現象(Figure 9 参照)が説明可能になった点は重要であろう。さらに、労働供給理論では、所得効果と代替効果の相対的な大きさを事前に予測できない弱点があるが、それらの効果を事後的に検討できる点は注目に値する。すなわち、所得効果と代替効果は単なる説明概念ではなく、検証可能な概念である。

労力コストと時間コストの機能的違いについて、労働供給理論は、比率スケジュールと間隔スケジュールによって設定される賃金率の形状が異なることから、間隔スケジュール条件では比率スケジュール条件よりも、所得を減少させて余暇を増加させる選択をした方が効用が高くなると説明する(Figure 10 参照)。労働供給理論の枠組みで2つのコストの直接比較を行った実証的研究がなされていないため、ここでは、時間コストの賃金率を、それと形状が類似している所得補償賃金減少の手続きによる賃金率で置き換えて議論を進める。

所得補償賃金減少の手続きを用いたほとんどの研究が、開放経済的実験環境の短時間セッションでなされているのに対し、Battalio & Kagel(1985)は、20時間セッションで6個体のラットを用い、封鎖経済的実験環境においても

代替効果がみられるかを検討した。その結果、開放経済的実験環境と同様、代替効果が確認された。しかしながら、ベースライン条件の賃金率の上昇に対して、所得補償賃金減少条件の代替効果（労働量の減少）が小さくなる傾向を示したのは、3 個体のみであった。この傾向が全個体で確認された開放経済的実験環境（Green, et al., 1982）との結果の違いについて、Battalio & Kagel（1985）は、封鎖経済的実験環境において、賃金率と共変動する体重（または剥奪レベル）の影響を指摘した（Green & Green, 1982）。その指摘に従うと、長時間セッションにおいて高賃金率（低い価格）条件では、食物消費量の増加にともない体重が上昇し、代替効果が生じやすい方向に作用する。それに対し、低賃金率（高い価格）条件では体重が低下し、代替効果が生じにくい方向に作用する。すなわち、封鎖経済的実験環境では、体重の低下が代替効果と拮抗する方向に作用するため、賃金率と代替効果の関係が明確にならなかったと推測される。

時間コストと所得補償賃金減少による予算制約線の類似性を認めるならば、Battalio & Kagel（1985）の結果は、現実の労力コストの関数として、時間コスト条件の食物消費量の減少が、労力コスト条件の減少よりも大きくなった Bauman（1991）の結果に類似しているといえる（3 節-2 参照）。Bauman（1991）においても 6 個体中 2 個体で両コスト間の違いが明確にならなかったが、その一因として、剥奪レベルの影響が考えられる。したがって、封鎖経済的実験環境の時間コスト条件において、食物消費量の減少が代替効果によって説明可能か否かをより明確にするためには、時間コスト条件の賃金率の形状を決定するための実験を、剥奪レベルを統制した手続きで行う必要がある。

本稿では、ミクロ経済学の概念や方法論を積極的に導入した行動経済学が、ヒトや動物 1 個体の行動の予測と制御を目的とする行動分析学の発展にさまざまな貢献をしてきた事実を明ら

かにするために、価格の実証的研究に焦点を当てて検証してきた。行動経済学では、需要と供給の均衡によるアプローチと、効用最大化によるアプローチを両輪とし、坂上（1997）が指摘するような、新たな環境変数の発掘と変数間の関係を統合的にとらえる枠組みの獲得を目指している。これらのアプローチは、いうまでもなく生活体の現実の行動を理解するための一つの試みであり、本稿の価格研究を通じて、行動経済学による効用の一端が明らかに示された。

引用文献

- Allison, J. 1983a Behavioral substitutes and complements. In R. L. Mellgren (Eds.), *Animal cognition and behavior*. Amsterdam: North Holland. Pp.1-30.
- Allison, J. 1983b *Behavioral Economics*. New York: Praeger.
- Battalio, R. C., Green, L., & Kagel, J. H. 1981 Income-leisure tradeoffs of animal workers. *American Economic Review*, **71**, 621-632.
- Battalio, R. C., & Kagel, J. H. 1985 Consumption-leisure tradeoffs of animal workers: Effects of increasing and decreasing marginal wage rates in a closed economy experiment. In V. L. Smith (Eds.), *Research in experimental economics* Vol. 3. Greenwich, CT: JAI Press. Pp. 1-29.
- Baum, W. M. 1973 The correlation-based law of effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **20**, 137-153.
- Baum, W. M. 1993 Performances on ratio and interval schedules of reinforcement: Data and theory. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **59**, 245-264.
- Bauman, R. A. 1991 An experimental analysis of the cost of food in a closed economy. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **56**, 33-50.
- Bauman, R. A., & Kant, G. J. 1995 Time cost of

- alternation reduced demand for food in a closed economy. *Physiology & Behavior*, **57**, 1187-1193.
- Bauman, R. A., Raslear, T. G., Hursh, S. R., Shurtleff, D., & Simmons, L. 1996 Substitution and caloric regulation in a closed economy. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **65**, 401-422.
- Bickel, W. K., DeGrandpre, R. J., & Higgins, S. T. 1993 Behavioral economics: A novel experimental approach to the study of drug dependence. *Drug and Alcohol Dependence*, **33**, 173-192.
- Bickel, W. K., DeGrandpre, R. J., & Higgins, S. T. 1995 The behavioral economics of concurrent drug reinforcers: A review and reanalysis of drug self-administration research. *Psychopharmacology*, **118**, 250-259.
- Bickel, W. K., DeGrandpre, R. J., Higgins, S. T., & Hughes, J. R. 1990 Behavioral economics of drug self-administration. I. Functional equivalence of response requirement and drug dose. *Life Science*, **47**, 1501-1510.
- Bickel, W. K., DeGrandpre, R. J., Hughes, J. R., & Higgins, S. T. 1991 Behavioral economics of drug self-administration. II. A unit-price analysis of cigarette smoking. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **55**, 145-154.
- Bickel, W. K., Green, L., & Vuchinich, R. E. 1995 Behavioral economics. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **64**, 257-262.
- Bonem, M., & Crossman, E. K. 1988 Elucidating the effects of reinforcer magnitude. *Psychological Bulletin*, **104**, 348-362.
- Carroll, M. E., Carmona, G. G., & May, S. A. 1991 Modifying drug-reinforced behavior by altering the economic conditions of the drug and a nondrug reinforcer. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **56**, 361-376.
- Catania, A. C., Matthews, T. J., Silverman, P. J., & Yohalem, R. 1977 Yorked variable-ratio and variable-interval responding in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **28**, 155-161.
- Collier, G. H., Johnson, D. F., Hill, W. L., & Kaufman, L. W. 1986 The economics of the law of effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **46**, 113-136.
- Collier, G. H., Johnson, D. F., & Morgan, C. 1992 The magnitude-of-reinforcement function in closed and open economies. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **57**, 81-89.
- DeGrandpre, R. J., Bickel, W. K., Hughes, J. R., Layng, M. P., & Badger, G. 1993 Unit price as a useful metric in analyzing effects of reinforcer magnitude. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **60**, 641-666.
- DeGrandpre, R. J., & Bickel, W. K. 1996 Drug dependence as consumer demand. In L. Green & J. H. Kagel (Eds.), *Advances in behavioral economics*. Vol. 3. Norwood, NJ: Ablex. Pp. 1-36.
- Dougan, J. D. 1992 Inelastic supply: An economic approach to simple interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **58**, 415-429.
- Elsmore, T. F., Fletcher, G. V., Conrad, D. G., & Sodetz, F. J. 1980 Reduction of heroin intake in baboons by an economic constraint. *Pharmacology Biochemistry & Behavior*, **13**, 729-731.
- Epstein, R. 1981 Amount consumed as a function of magazine-cycle duration. *Behaviour Analysis Letters*, **1**, 63-66.
- Foltin, R. W. 1991 An economic analysis of "demand" for food in baboons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **56**, 445-454.

- Foltin, R. W. 1992 Economic analysis of caloric alternatives and reinforcer magnitude on "demand" for food in baboons. *Appetite*, **19**, 255-271.
- Foltin, R. W. 1994 Dose package size matter? A unit price analysis of "demand" for food in baboons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **62**, 293-306.
- 福井 至 1988 行動経済学 異常行動研究会誌, **27**, 18-32.
- Green, L., & Freed, D. 1998 Behavioral economics. In W. T. O'Donohue (Eds.), *Learning and behavior therapy*. Boston, MA: Allyn & Bacon. Pp. 274-300.
- Green, J. K., & Green, L. 1982 Substitution of leisure for income in pigeon workers as a function of body weight. *Behaviour Analysis Letters*, **2**, 103-112.
- Green, L., Kagel, J. H., & Battalio, R. C. 1982 Ratio schedules of reinforcement and their relationship to economic theories of labor supply. In M. L. Commons, R. J. Herrnstein, & H. Rachlin (Eds.), *Quantitative analyses of behavior* Vol. 2. *Matching and maximizing accounts*. Cambridge, MA: Ballinger. Pp. 395-429.
- Green, L., Kagel, J. H., & Battalio, R. C. 1987 Consumption-leisure tradeoffs in pigeons: Effects of changing marginal wage rates by varying amount of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **47**, 17-28.
- Herrnstein, R. J. 1970 On the law of effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **13**, 243-266.
- 平岡恭一 1997 選択行動の巨視的理論と微視的理論 行動分析学研究, **11**, 109-129.
- Hursh, S. R. 1978 The economics of daily consumption controlling food- and water-reinforced responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **29**, 475-491.
- Hursh, S. R. 1980 Economic concepts for the analysis of behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **34**, 219-238.
- Hursh, S. R. 1984 Behavioral economics. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **42**, 435-452.
- Hursh, S. R. 1991 Behavioral economics of drug self-administration and drug abuse policy. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **56**, 377-393.
- Hursh, S. R., & Bauman, R. A. 1987 The behavioral analysis of demand. In L. Green & J. H. Kagel (Eds.), *Advances in behavioral economics*. Vol. 1. Norwood, NJ: Ablex. Pp. 117-165.
- Hursh, S. R., & Natelson, B. H. 1981 Electrical brain stimulation and food reinforcement dissociated by demand elasticity. *Physiology & Behavior*, **26**, 509-515.
- Hursh, S. R., Raslear, T. G., Bauman, R., & Black, H. 1989 The quantitative analysis of economic behavior with laboratory animals. In K. G. Grunert & F. Ölander (Eds.), *Understanding economic behaviour theory and decision library*, series A, Vol. 2. Dordrecht, Netherlands: Kluwer. Pp. 393-407.
- Hursh, S. R., Raslear, T. G., Shurtleff, D., Bauman, R., & Simmons, L. 1988 A cost-benefit analysis of demand for food. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **50**, 419-440.
- Hursh, S. R., & Winger, G. 1995 Normalized demand for drugs and other reinforcers. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **64**, 373-384.
- 伊藤正人 1983 選択行動 佐藤方哉(編) 現代基礎心理学 6 学習II 東京大学出版会 Pp.97-127.
- 伊藤正人 1997 選択行動研究の意義と将来 行動分析学研究, **11**, 2-8.

- 岩田規久男 1993 ゼミナール ミクロ経済学入門
日本経済新聞社
- Kagel, J. H., Battalio, R. C., & Green, L. 1995
Economic choice theory: An experimental analysis of animal behavior. New York: Cambridge University Press.
- Kagel, J. H., & Winkler, R. C. 1972 Behavioral economics: Areas of cooperative research between economics and applied behavior analysis. *Journal of Applied Behavior Analysis*, **5**, 335-342.
- Killeen, P. 1969 Reinforcement frequency and contingency as factors in fixed-ratio behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **12**, 391-395.
- 倉澤資成 1988 入門価格理論第2版 日本評論社
- Lea, S. E. G. 1978 The psychology and economics of demand. *Psychological Bulletin*, **85**, 441-466.
- Lea, S. E. G. 1987 Animal experiments in economic psychology. In L. Green & J. H. Kagel (Eds.), *Advances in behavioral economics*. Vol. 1. Norwood, NJ: Ablex. Pp. 95-116.
- Lea, S. E. G., & Roper, T. J. 1977 Demand for food on fixed-ratio schedules as a function of the quality of concurrently available reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **27**, 371-380.
- Lucas, G. A. 1981 Some effects of reinforcer availability on the pigeon's responding in 24-hour sessions. *Animal Learning & Behavior*, **9**, 411-424.
- Macenski, M. J., & Meisch, R. A. 1998 Ratio size and cocaine concentration effects on oral cocaine-reinforced behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **70**, 185-201.
- Mathis, C. E., Johnson, D. F., & Collier, G. H. 1995 Procurement time as a determinant of meal frequency and meal duration. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **63**, 295-311.
- Neuringer, A. J., & Schneider, B. A. 1968 Separating the effects of interreinforcement time and number of interreinforcement responses. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **11**, 661-667.
- Peden, B. F., & Timberlake, W. 1984 Effects of reward magnitude on key pecking and eating by pigeons in a closed economy. *Psychological Record*, **34**, 397-415.
- Rachlin, H. 1982 Economics of the matching law. In M. L. Commons, R. J. Herrnstein, & H. Rachlin (Eds.), *Quantitative analyses of behavior* Vol. 2. *Matching and maximizing accounts*. Cambridge, MA: Ballinger. Pp. 347-374.
- Rachlin, H., Battalio, R., Kagel, J., & Green, L. 1981 Maximization theory in behavioral psychology. *The Behavioral and Brain Sciences*, **4**, 371-388.
- Rashotte, M. E., & Henderson, D. 1988 Coping with rising food costs in a closed economy: Feeding behavior and nocturnal hypothermia in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **50**, 441-456.
- Raslear, T. G., Bauman, R. A., Hursh, S. R., Shurtleff, D., & Simmons, L. 1988 Rapid demand curves for behavioral economics. *Animal Learning & Behavior*, **16**, 330-339.
- Rozin, P. N., & Mayer, J. 1964 Some factors influencing short-term intake of the goldfish. *American Journal of Physiology*, **206**, 1430-1436.
- 坂上貴之 1989 強化の理論と行動経済学 小川隆 (監修) 杉本助男・佐藤正哉・河嶋孝 (編) 「行動心理ハンドブック」 培風館 Pp. 82-89.
- 坂上貴之 1992 行動経済学からみた摂食行動 第36回プリマテス研究会記録「食を考える—霊長類を中心に—」 財団法人日本モンキー

- センター年報, 100-109.
- 坂上貴之 1997 行動経済学と選択理論 行動分析学研究, **11**, 88-108.
- 坂上貴之・山本淳一・実森正子 1994 実験的行動分析の展開—“選択”, “認知”, “言語”をめぐって— 心理学研究, **65**, 395-411.
- Schrader, S. M., & Green, L. 1990 The economics of leisure in psychological studies of choice. In L. Green & J.H. Kagel (Eds.), *Advances in behavioral economics*. Vol. 2. Norwood, NJ: Ablex. Pp. 226-252.
- 高橋雅治 1997 選択行動の研究における最近の展開：比較意思決定研究にむけて 行動分析学研究, **11**, 9-28.
- 高橋雅治・岩本隆茂 1982 選択行動の研究における最近の動向—I その基礎的成果と問題点 心理学評論, **25**, 192-230.
- Timberlake, W., & Peden, B. F. 1987 On the distinction between open and closed economies. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **48**, 35-60.
- 恒松 伸 1997 ハトのキイツつき行動における需要曲線にコストと滞在時間が及ぼす効果—FR, VI, FI スケジュールの比較— 心理学研究, **68**, 355-363.
- Tustin, R. D. 1994 Preference for reinforcers under varying schedule arrangements: A behavioral economic analysis. *Journal of Applied Behavior Analysis*, **27**, 597-606.
- Tustin, R. D. 1995 Assessing preference for reinforcers using demand curves, work-rate functions, and expansion paths. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **64**, 313-329.

(1998.7.21 受稿, 1999.3.25 受理)