消費者在庫についてのパイロット調査

— 概要と今後の課題 —

加 納 和 子

1 はじめに

産業組織論における需要分析やマーケティングにおいて、消費者在庫が購買行動を考える上で重要であることは以前から認識されてきた。例えば、経済学の需要分析における中心的な実証問題は需要の価格弾力性の推定であるが、消費者在庫の存在は価格弾力性の推定値に影響を与える。分析する財が保存不可能なら消費と購買が各期一致するため、購買データを用いた静学的モデルによる需要分析に問題はない。しかしながら、財が保存可能である場合には、消費と購買の乖離が生じうる。また、消費者が将来価格を考慮して購買・消費を決定する場合、消費者行動は動学的となり異時点間の購買および消費の代替がおこりうる。実際はある期間に消費する以上の量を購入し在庫として蓄積する家計が多いにもかかわらず静学モデルを用いた需要分析を行うと、購入量のすべてを同期に消費するとの仮定から需要弾力性の推定値が偏りをもち、需要行動について誤った推論を導く可能性がある¹。また、もし小売店や企業がこうした動学的な消費者行動を考慮して価格設定等を行なう場合、財の保存可能性と購買の異時点間代替への考慮が、企業行動分析に重要となりうる²。消費者在庫の変動を把握することは、マーケティングにおいて重要な計量分析のテーマであるプロモーションの効果の分析についても多くの示唆を与える³。

上記の問題意識に基づき、本研究ではこれまで一般に観察不可能であつ

た消費者在庫（家庭内在庫）のデータ収集を行った。調査の規模は比較的小規模であり、パイロット調査と位置づけられるものである。将来的にはより大規模なデータの収集を行うことが望ましいが、今回の研究では収集可能なデータの精度および課題を明らかにすることを目的とした。消費者在庫データの収集・分析は、より現実の消費者行動に即した動学的状態依存需要モデルの構築を促し、ひいては消費者行動を考慮した企業の動学的価格設定行動の理解の深化に貢献すると期待される。

以下では、在庫を考慮した動学的需要の基本モデルと先行研究について述べ、今回の調査の概要調査で得られたデータの特徴について報告を行う。最後に、今後の課題について考察し結びとする。

2 在庫を考慮した動学的需要モデル (Hendel and Nevo 2006a)

ここでは、消費者在庫を考慮した代表的な動学需要モデルとして、Hendel and Nevo (2006a) の理論モデルを紹介する⁴。当モデルに基づき、実証分析を行う際どの変数に着目すべきかについて述べる。

家計は財の購買・消費について動学的意思決定を行う。簡単化のため、ブランド選択は捨象する。ある家計の行動は以下の順序でなされると仮定する。期初において、財の在庫量、効用ショックおよび店舗における価格を観察し、今期財を購入するか否を決定する⁵。購入する場合には、購入量も同時に決定する。その後決定に応じて購入を行い、消費をする。購入・消費の結果、期末の在庫量が決定する。変数 c_{ht} 、 x_{ht} 、 i_{ht} をそれぞれ家計 h の t 期における消費量、購買量、期末における在庫量とする。期初における在庫量は i_{t-1} と表される。以上から、在庫の遷移式は次式で表される。簡単化のため家計を示す h の添字は以下では省略する。

$$i_t = i_{t-1} - c_t + x_t. \quad (1)$$

効用は財の消費および外部財の消費から得られる。財の消費による効用

関数は消費量と効用ショック v_t の和について凹関数とする。すなわち効用関数を $u(c_t + v_t)$ と表すと、 $u' > 0, u'' < 0$ である。外部財を m_t とおくと、効用関数は $u(c_t + v_t) + \alpha m_t$ で表される⁶。在庫の保有に際しては、在庫費用 $C(i_t)$ が発生する。ここで、 $C'(i_t) > 0, C''(i_t) > 0, C(0) = 0$ と仮定する。価格はある確率過程に従い、消費者にとっては外生的に決定される。以上のことから、消費者の問題は以下のように示される。

$$V(I(0)) = \max_{\{c_t, x_t\}} \sum_{t=0}^{\infty} \delta^t E[u(c_t + v_t) - C(i_t) - \alpha p_t x_t | I(t)]$$

subject to $i_t = i_{t-1} + x_t - c_t, i_t \geq 0, x_t \geq 0.$

ここで、 $V(I(0))$ は $t = 0$ 期における将来価値、 $I(t)$ は情報集合、決定変数の $\{c_t, x_t\}$ は $t = 0$ から $t = \infty$ にかけての消費および購買の流列、 δ は割引ファクター、 α は所得の限界効用である。外部財については、所得を z_t とおくと $m_t = z_t - p_t x_t$ であるが、 z_t は消費者の選択に影響をあたえないため記述を省略する。情報集合 $I(t)$ は t 期における期初の在庫水準 i_{t-1} 、価格 p_t 、効用ショック v_t を含む。価格は1次のマルコフ過程に従って、特売と通常価格のふたつの状態を推移すると仮定する。通常価格は一つであるが、特売価格は通常価格より低いある範囲における値を確率的にとると仮定する。

以上の家計の問題の解は、以下のラグランジュ関数を解くことにより示される。

$$\max_{\{c_t, x_t, i_t\}} \sum_{t=0}^{\infty} \delta^t E[u(c_t + v_t) - C(i_t) - \alpha(p_t x_t) + \lambda_t(i_{t-1} + x_t - c_t - i_t) + \phi_t x_t + \mu_t i_t | I(t)] \quad (2)$$

上記において、 λ_t, ϕ_t, μ_t はラグランジュ乗数である。一階の条件は以下のように表される。

$$u'(c_t + v_t) = \lambda_t \quad (3)$$

$$\alpha p_t = \lambda_t + \phi_t \quad (4)$$

$$C'(i_t) + \lambda_t = \delta E(\lambda_{t+1} | i_t, p_t) + \mu_t \quad (5)$$

式(3)と式(4)は、購入がある場合とない場合について、最適な消費量を既定する。また、式(3)および(5)からはオイラー方程式が導出される。家計の最適行動は、 (S, s) ルールで特徴づけられる。ここで、 S はターゲットとなる在庫水準、 s は購入を促す在庫量の識閾値であり、両者とも状態変数の関数である。ここで $c^*(p_t, v_t)$ を $u'(c_t^*(p_t, v_t) + v_t) = \alpha p_t$ を満たす消費とし、 $S(p_t)$ を $C'(S(p_t)) + \alpha p_t = \delta E(\lambda_{t+1} | S(p_t), p_t)$ を満たすターゲットレベルとする。後者は p_t のもとでのターゲットレベル $S(p_t)$ が、今期購入の限界費用と来期消費の限界効用が等しくなる水準であることを示している。

以上の設定のもとに、Hendel and Nevo (2006a) では、命題1と2を示している。命題1は、家計が購入を行う期におけるターゲットレベル $S(p_t)$ は p_t の減少関数であり、他の状態変数 i_{t-1} および v_t からは独立であることを示している。また、購入を促す在庫水準は $s(p_t, v_t) = S(p_t) + c^*(p_t, v_t)$ であり、この識閾値はそれぞれの変数について減少関数であることを示している。命題2では購入量 $x(i_{t-1}, p_t, v_t)$ はそれぞれの状態変数について減少関数であることを示している。

命題から導かれる検証可能な仮説を導出するにあたり、Hendel and Nevo (2006a) では、静学的なモデルとの判別が可能となるものに注目する。例えば、命題2より特売時には売り上げ数量が増加することが仮説として導かれるが、消費と購買が一致する静学的モデルでも同様の仮説が導かれるため、家計の動的行動に基づいたモデルを検証する上では有効でないとする。

以上の命題から導かれる検証可能であり、かつ静学的モデルとの判別を可能にする仮説として、Hendel and Nevo (2006a) は次の5つを挙げている⁷。

1. 購入量と購入確率は期初の在庫量の減少関数である。
2. 次回の購買までの期間は、特売のほうがより長い。
3. 購入がある期では、前回特売時に購入した場合のほうが、経過期間が短い。
4. 特売でない期における購入確率は、前回の購入が特売期間になされ

なかった場合のほうが高い。

5. 総需要量（購入量）は特売期間からの経過期間が長くなるほど高くなる。

これらのうち、仮説1は在庫量が直接観察可能であれば、検証可能である。Hendel and Nevo (2006a) では、在庫量が観察可能でないため、ふたつの方法をとっている。ひとつは、初期在庫水準0および消費量一定の仮定のもとで、在庫水準を購買量から求める方法であり、この方法により仮説1を検証している。もうひとつは、購入経過期間を用いて検証を行う方法である。仮説2から仮説5は、この方針に基づくものである。Hendel and Nevo (2006a) では、家計別購買履歴データを用いて、仮説1から仮説5について検証を行い、在庫を考慮した動学的モデルがデータに当てはまることを示している。

以上において、Hendel and Nevo (2006a) のモデルについて述べ、在庫を考慮した場合の基本モデルの概要とした。上記モデルの基本的な構造は、在庫を考慮した動学需要モデルで共有されているものといえる。ただし、ブランド選択を捨象していること、また、効用関数、在庫費用、ショッピングコスト（固定費用）の違いにより、導出される購買、消費行動、および在庫推移には違いが生じうる⁸。本稿では、上記のモデルをあくまで代表的なものとして位置づけるにとどめ、どういったモデルが実際に観察される消費・購買行動および在庫推移をよりの確に描写するかについての検討は、今後の課題とする。そのうえで、本稿では、上記の仮説1に部分的に対応するものとして、調査から直接得られる変数である購入量と在庫量の相関について簡単な分析を行うことを目的とする。

3 パイロット調査概要

(1) 実施概要

今回の調査は、初期時点を含む2期以上の在庫水準および調査期間内における購買履歴（購買日、購買品目、数量、価格）を高い精度で得ること

を主眼としている。調査の実施にあたり、購買履歴については大規模消費者パネル調査を利用し、在庫水準はパネル調査の付帯質問を利用して収集した。購買履歴のデータについては、近年マーケティング調査企業を主体とした消費者パネル調査によるデータの蓄積が進んでいる。こうした消費者パネル調査の最大の特徴は、各消費者の購買商品および履歴の情報がバーコードレベルで蓄積され、多くの購入商品において購買時の価格および商品の特徴が正確に把握できるという点である。データの収集は、事前登録した消費者モニターが、購買時に調査企業より配布された機器を用いて購入商品のバーコードを読み取ることにより行われる。バーコード読み取りののち商品情報の照合が行われ、パネルは商品情報を確認の後、対象商品の金額と購入個数を入力する。データは企業に送られ、データの集計が行われる。消費者購買のデータについては、研究者自身が調査票を設計し、家計簿形式で消費者に記録を依頼するという方法も考えられるが、商品特徴の把握が困難であることから、本研究ではマーケティング調査会社による消費者パネル調査を利用した。

本稿で報告するパイロット調査では、インテージ（株）による消費者購買調査 SCI（全国消費者パネル調査）を用いた。SCIは、全国の15歳から69歳の男女約5万人を調査対象者とした大規模購買記録データベースである。入手可能な基本情報としては、パネルの性別・年代・職業などの属性データ（毎年度4月1日更新）、レシートベースでの購買情報（買い物の日付と時間、店舗の業態・名称等）である。今回の調査では、対象を、東京都在住で専業主婦あるいはパート・アルバイト勤務であり、2015年4月1日において20歳以上60歳未満の既婚女性に限定した。東京都に限定した理由は、後に消費者が直面した購買対象以外の商品も含めた店舗価格情報を別のデータソースから得る際、地域を限定したほうがより正確な結果を得られることによる。また、回答者を既婚主婦（専業主婦またはパート・アルバイト）に限定した理由は、主に買い物を含めた家事担当者に対

象を絞るためである。在庫量の定期的な報告と購買データの推移から正確な在庫の推移および消費量を把握するためには、回答者本人の購入のみが家庭に財が流入する要因であることが望ましい。しかしながら、SCIでは、データ取得対象となる購買は回答者本人による購買に限られる。このため、家庭内で主に日用品の買い物を担当する人物を想定した⁹。

調査対象とする財としてはトイレットペーパーを選択した。消費者在庫が重要になるためには、消費期限が比較的長く保存可能であるという特徴が必要となるが、当該財はこの保存財としての性質を満たしている。また、価格を含む様々な環境変化に対する消費者行動の変化をみるためには、頻繁に購買されるという性質も必要であるが、当該財はこの性質も満たしている。最後に、一般家庭において使用される商品については、数量がロール単位で数えられることから在庫量の把握が容易である。

家庭内在庫のデータは、購買情報取得時の付帯質問として得た。トイレットペーパーを購入したという情報が得られたパネルに対し、付帯質問が届くようになっている。問いは3つあり、問1は購買理由、問2は在庫水準についての質問、問3は自宅トイレの数を尋ねるものとなっている。問1の購買理由では、特売等の影響、ショッピングコスト、在庫保有目的、ブランドロイヤルティの有無等を尋ねることを目的としている。問2の在庫水準についての質問は、この調査の主眼となる部分である。質問文は、「現在ご家庭内に、どの程度トイレットペーパーの在庫がありますか。できる限り、ご家庭の在庫を見てお答えください。※今回買ったもの・使用中のものは含めずお答えください」というものである。質問では、まず家庭内全体の在庫量（家族購入を含む）について、トイレットペーパーのタイプ別（シングル、ダブル、その他）にロール数をたずねている。そのうち、SCIのデータにより購入品目を識別しうる本人購入によるものと本人購入以外によるものに分類するため、家族・同居者の購入によるものお

よび買い物物の数量を尋ねている。最後に問3として、購入量および使用中の数量に関係しうる情報として、1回目のみトイレの数を尋ねている。

調査期間は2015年9月14日から最大3ヶ月であり、3回購入の回答者がおおよそ150人を越えた時点で調査を終了した。9月から12月とした理由は、比較的長期休暇が少なく継続的な調査が可能であること、また複数回の在庫情報を得るには少なくとも3ヶ月の期間が必要であることによる。最終的には、3回購入者164人について結果を得た。また、1回購入10人、2回購入10人についても参考データとして情報を得、合計で184人527回の購買についてデータを得た。

本稿では、収集された在庫および購買データを用いて、式(1)に従って、購買間における消費量および調査期間内における日次の家計別在庫水準の推移を導出する。ある期間内における消費量を把握するためには、少なくとも異なる2日の在庫水準情報がそれぞれ必要であり、さらに店頭価格等の変動に対する消費量の変化等を見るためには複数期間の消費量を観察できることが望ましい。こうした理由から、主要な分析は3回購入者を対象とする¹⁰。

(2) データクリーニング

式(1)に従った消費と在庫量推移の導出には、調査期間内における家庭内への財の流入について日時と数量の把握が必要となる。もらいものおよび家族・同居者購入による在庫があると回答した場合、数量は把握できるが日にちの把握ができない。このため、2回目以降の回答で本人購入以外による財の流入がある回答者は主な分析からは除外する必要がある。また、特に在庫水準は本人報告によるため誤りを含む可能性も否定できない。こうしたデータを識別するため、分析の前にデータクリーニングが必要となる。ここでは、主に3回購入者を対象として、データクリーニング

の過程について説明を行う。

表1は購入回数と1回あたりの購入パッケージ数を示したものである。3回購入者の購買回数合計は同日に2回購入したパネルを5人含むため、497回分となっている。3回購入者のうち、財の流入が本人の購買によらない場合を2回目以降の回答に含む回答者数は9人であった。9人の購買回数27回を除外すると、回答者数155人、購入回数470回となる。加えて、記録上は3回購入であるが、同一日に複数回購入を行った回答者については、在庫水準の報告回数が実質的に減少するため、適切な在庫推移の産出が不可能となる。こうした回答者2人、購買回数6回についても除外対象とする。よって、回答者数153人、購買回数464回、在庫量観察459回となる。

表1 購入回数と購入量

購入回数	購入パッケージ数				
	1	2	3	4	
1	9	1	0	0	10
2	19	1	0	0	20
3	447	43	5	2	497
total	475	45	5	2	527

次に、主に入力ミスによると考えられる整合的でない回答を検討する。整合的でないといった場合、ここでは次の点について確認をする。第1に購買間の消費が負になる場合、第2に消費量が0の場合、第3に1日あたりの平均消費量が過大である場合である。以下では、3回購入者について述べる。

第1に、ある期間における在庫からの消費量が負の場合について述べる。式(1)より、消費量は $c_t = i_{t-1} + q_t - i_t$ として導出される。導出の過程について、表1に示した。ここで得られる消費量は、購買日の消費量ではなく、異なる2時点の購入の間における在庫からの消費量である。消費

量の導出には、期初の在庫量と期末の在庫量が必要となるため、3回購入者の情報からは最大2期間分の消費量が得られる。在庫水準は購入したものを含めずに回答するよう指示しているため、初回購入時の付帯質問で得られた在庫水準が各家計の在庫の初期値となる。ここでの購買量は1日あたりの購買量を示すため、1日の中で複数回あるいは複数商品を購入した回答者については、これらを合算したものである。表2例1では、想定通り在庫量から正の消費量が得られている。一方例2では、2回目購入時の在庫の報告値が前期の期末在庫量よりも大きくなっているため、在庫からの消費量が負の値となっている。回答者の入力ミスと考えられるが、こうした回答は整合的でないため、分析においては除外対象となる。負の消費量を含む回答者は15人おり、3回購入者の約1割強にあたる。これらの回答者については除外対象とし、結果、回答者数138人、購買回数419回、在庫観察414回となる。

表2 データクリーニング：消費量の導出

例1

購買日	購買量 q_t (ロール数) (当日購買含まず)	報告された在庫	期末在庫量 i_t	期初在庫量 i_{t-1}	在庫からの消費量 $i_{t-1} + q_t - i_t$
2015/10/29	24	19	43	-	-
2015/9/21	12	18	30	43	25
2015/10/7	36	20	56	30	10

例2

購買日	購買量 q_t (ロール数) (当日購買含まず)	報告された在庫	期末在庫量 i_t	期初在庫量 i_{t-1}	在庫からの消費量 $i_{t-1} + q_t - i_t$
2015/9/28	12	8	20	-	-
2015/10/6	12	18	40	20	-8
2015/11/25	12	20	24	40	28

第2に、ある期間における在庫からの消費量が0となる場合について述べる。式(1)に従った消費量が0となる場合は、10人12回であった。これらの回答について、統計値をまとめたものが表3である。消費量が0になる理由として、ひとつは調査において未使用の在庫についてのみ尋ねているため、使用中のものについては捕捉されていないことが考えられる。

表3 データクリーニング：調査日数および購買間日数

Variable	Mean	Std. Dev.	Min.	Max.
調査日数	39.8	21.16	2	63
購買間日数 (消費量正)	26.5	11.058	9	42
購買間日数 (消費量0)	15.5	12.079	1	35
1日あたり平均消費量 (消費量正)	0.88	0.498	0.31	1.667
N	12			

もし使用中のものを含めて産出した場合には、在庫量が例えばトイレの数の分だけ増加することになる。しかしながら、この在庫量の変化は全ての期間に対して同じ大きさに起こるため、期間中の消費量は変化しない。また、在庫を一切使わず初期時点において使用中のもののみ調査期間中消費したという解釈することも不可能ではない。しかしながら、前回購買からの日数がある程度長い場合には、こうした解釈は困難である。実際、表3にあるように、各回答者の調査期間は平均39日、消費量が0の際の前回購買からの経過日数は15日とある程度の期間があり、かつ消費量が正の場合の1日当たり平均消費量は0.88と少なくないことがわかる。中には、対応する消費期間が短く、1日置きに3回といった購入もある。こうした回答については在庫を消費しなかったと考えるのは妥当であるが、一方で意味のある在庫の推移を得ることが困難である。以上の理由から、ここでは在庫からの消費量が0を含む回答者を分析の対象外とする。除外対象となる回答者数は10人、購買回数は30回である。結果、回答者数は128

人、購買回数 389 回、在庫量観察 384 回となる。

第 3 の検討事項は、消費量が過大である場合である。表 4 は上記のクリーニングを経た回答者 128 人について、調査日数、購買間の経過日数、在庫量、1 日当たり購入量、期間内在庫消費量、1 日当たり平均在庫消費量（消費率）、家計内における二つの消費率差についての基本的な統計値である。経過日数に 1 日と短いものがあるものの、調査日数は最低 14 日、平均 44 日となっている。消費量を 1 日当たりでみると、平均 0.928、標準偏差 1.858、最小値 0.036、最大値 25 となっている¹¹。表 5 は 1 日当たり消費量の分布をみたものである。表 4 とあわせると、大きく右に歪んだ分布となっていることがわかる。頻度の低い、1 日あたり消費量の大きいものについて、パーセンタイルで 98 ないし 99% を超えるものは回答者の入力ミス等による異常値と考えられる。これらの異常値と考えられるものについて、さらに精査するため、それぞれの回答者について得られる消費率を表 6 で比較した。同一家計で消費率が大きく異なる場合には、回答に何らかの問題がある可能性が高い。これによると、消費率差の 98% タイルは 5.968、99% タイルは 11.635 となっている。表 5 と 6 の結果を合わせて、消費率、消費率差ともに 99% をやや下回る値を目安とし、消費率は 5 以上、消費率差は 10 以上の場合を、分析対象から除外することとした。これにより、回答者 6 人が除外される。

表 4 データクリーニング：記述統計量

Variable	Mean	Std. Dev.	Min.	Max.	N
調査日数	44.008	14.456	14	76	128
購買間日数	22.004	11.062	1	74	256
在庫（期初）	10.159	10.897	0	60	384
購買数量	13.083	4.784	4	36	384
消費量	13.629	8.605	1	61	256
消費率	0.928	1.858	0.036	25	256
家計内消費率差	0.924	2.519	0	24.78	384

表 5 消費率分布

消費率パーセンタイル			
1%	0.051	75%	0.950
5%	0.188	90%	1.455
10%	0.241	95%	2.000
25%	0.385	98%	4.400
50%	0.571	99%	6.286

表 6 家計内消費率差分布

消費率差パーセンタイル			
1%	0.002	75%	0.850
5%	0.036	90%	1.591
10%	0.058	95%	3.200
25%	0.144	98%	5.968
50%	0.390	99%	11.635

最終的には、回答者数 122 人、購買観察回数 371 回、在庫量観察回数 366 回となった。3 回購入者 164 人に占める有効回答者数の割合は 74.39%

である。

次に、商品特徴の識別について検討する。商品特徴の識別は、回答者がバーコードをスキャンしたのち、調査会社のデータベースと照合されることによりなされる。データクリーニング、SKU（バーコード）別商品数は総計117点であった。このうち、製造企業情報・商品特徴全てが不明な商品が1点、商品名が不明な商品（製造企業は判明）は4点であった。ここでいう商品特徴とは製造企業、ブランド、商品名、シングル・ダブルの別、長さである。現時点では、シングル・ダブルの区別なくロールという単位で消費量等を計測しているが、本来はシングルロールに換算して消費量・在庫量・購買量を長さで算出するといった商品特徴の調整を行うことが望ましい。長さを除く特徴については、商品名が不明な5点を除いて、112点の商品で判別可能である。長さの情報は商品名の中に含まれているものが多く、60点の商品について提供されたデータから情報が得られる（117点に占める割合は51.28%）。長さについての情報は十分とはいえないが、今後、追加的に商品のウェブページ等から長さを取得することを検討する。以上が本調査で得られたデータのうち、分析において使用するデータの概要となる。

今回の調査で十分に分析対象となるデータの割合が7割を超えたことは、データの質として十分であると考えられる。主な要因は、購買履歴収集のシステムを利用したことにあると考えられる。特に、商品情報を回答者が入力する必要がないこと、回答者は平素購入履歴の入力に慣れており、価格や購入個数の入力について欠損値が生じないということ、また回答者の属性について主に本人が買い物担当という想定を行ったうえで選択を行ったことが大きく貢献したと考えられる。また、個別の商品情報の精度が高いことは購入容量を把握する上で非常に有用である。

4 調査結果

この章では、調査より得た結果について、(1) 回答者の属性、(2) データから直接観察される購買行動、(3) 在庫量および消費量について述べる。

(1) 回答者の属性

表7は回答者の主要属性についてまとめたものである。年齢構成については、母集団分布に従うように標本採取が行われている。平均年齢は43.31歳となっている¹²。2行目は、回答者のうち34.5%がパート・アルバイト勤務であることを示している。3行目の家族人数から5行目の家庭内のトイレ数については、家庭内の使用量に影響を与える変数である。家族人数は平均で3.5人である。家族構成では、夫婦のみが20.49%、2世代同居が71.31%、3世代同居が8.20%となっており、多くが夫婦と子供という構成である。4行目は、回答者の他に少なくとももう1人家族の中に女性がいると答えた回答者数の割合である。家族における女性の人数は全体数は不明であるが、「17歳以下女性」の人数が報告されているためこれを用いた。5行目のトイレの数は平均1.347、標準偏差0.528となっており、多くの家庭のトイレ数が1つまたは2つであることがわかる。最後に、世帯年収について、平均652.549万円となっている¹³。

表7 記述統計量：回答者属性

Variable	Mean	Std. Dev.	Min.	Max.	N
回答者年齢	43.311	8.903	27	57	122
アルバイト勤務	0.361	0.482	0	1	122
世帯人数	3.5	1.014	2	6	122
少なくとも女性二人同居	0.418	0.495	0	1	122
トイレ個数	1.347	0.528	1	4	121
世帯年収	652.549	203.062	399	900	122

(2) 購買行動の特徴

表 8 は主に購買についての記述統計値を示したものである。1 行目は調査日数であり、平均 44.189 日、最短 14 日、最長 76 日となっている。

購買数量はロール単位となっており、平均 13.055 ロール、最小 4 ロール、最大 36 ロールである。また、商品サイズ (1 パッケージに含まれるロール数) は平均 11.989 となっている。表 9 に購入サイズの内訳を示したが、一般にトイレットペーパーのパッケージに含まれるロール数が 4、6、12 となっており、消費者が選択することのできる購買量はある程度限られている。また、75% の購買が 12 ロールとなっているため、購買数量、サイズともに平均値が 12 に近い値となっている。こうした財の不可分性は、実証分析を行う際には特に注意が必要となる。例えば、Hendel and Nevo (2006b) は消費者はいくつかのサイズから離散的選択を行うと仮定しており、実証分析を行うにあたってはこうした調整が必要となる。

価格を見ると、パッケージあたりの価格は平均 297.205 円、標準偏差 125.637 円、ロールあたりの価格は、平均 26.58 円、標準偏差 12.204 円となっている、最小値 10 円、最大値 92.333 円となっており、商品による価格差が大きいことがわかる。一番下の行には、ふたつの購買間の日数を示した。平均 22.094 日、標準偏差 10.134 となっている。

表 8 記述統計量：購買

Variable	Mean	Std. Dev.	Min.	Max.	N
調査日数	44.189	14.053	14	76	122
購入数量	13.055	4.757	4	36	366
サイズ	11.989	3.07	4	30	366
購入パッケージ数 (1 日)	1.104	0.37	1	4	366
購入価格 (1 パッケージあたり)	297.205	125.637	100	2276	366
購入価格 (1 ロールあたり)	26.58	12.204	10	92.333	366
購買間経過日数	22.094	10.134	2	64	244

表9 購入サイズ (パッケージあたりロール数)

	No.	%
4	5	1.37
6	29	7.92
8	15	4.10
12	274	74.86
18	42	11.48
30	1	0.27
Total	366	100.0

表10は購買理由に対する回答を集計したものである。購買理由は複数回答であり、「その他：(具体的に)」として回答を依頼する自由回答を含んでいる¹⁴。

「家に在庫がない、あるいは少ないから」が最も多く、購買理由の過半数を占めている。トイレットペーパーは生活必需品であることから、購入において在庫動機が非常に強いことがわかる。在庫動機で購入したと答えた回答者の購買前在庫量の平均は7.397ロールだが、そうでない回答者の平均は13.283ロールとなっており、後者は前者の約1.8倍になる。

次いで多数を占める購買理由は「いつも使っている商品だから」であり、トイレットペーパーが経験財であることを強く示す回答である¹⁵。

第3に多い回答は、「備蓄しておこうと思ったから」であり、23.99%となっている。備蓄目的で購入したと答えた回答者の購買前在庫量は8.375ロール、回答していない場合には平均16.202ロールとなっており、備蓄目的での購入を行っている回答者のほうが平均して在庫水準が高いことがわかる。ここで、備蓄目的の保有者が一定数存在することは、在庫保有のモデルを構築する上で家計の異質性に着目する必要性を強く示唆している。備蓄目的で在庫を保有する家計については、在庫を保持することによる便益が、通常の在庫保有コストを減殺すると考えられる。また、一般に在庫

保有の動学モデルにおいても、長期的には全ての在庫を消費すると考えられるが、発生確率の低い災害時の消費を考慮している家計については、異なる配慮が必要となる可能性もある。

第4の理由は「定期的に購入しているから」であり、19.41%となっている。購買経過期間が何週間毎である回答者が一定割合存在すること、後に述べるが生協利用者が一定数含まれることなどから、おおよそ20%程度が何らかの形で定期購入を行っていると考えられる。このことは、購買のタイミングについての意思決定に影響を与えるため、分析の際に留意が必要となる。

5番目に多い購入理由は「特売だったから」となっており、9.43%である。特売による購買行動の変化は、経済学・マーケティングの両分野で中心となる分析トピックであり、特に重要である。しかしながら、この回答結果において、在庫理由を答えた回答者が価格理由の6倍弱に達しているということは、消費財の購買行動分析において在庫を考慮する重要性が大きいことを強く示している。

「好きなメーカー・ブランドの商品だから」と答えた回答者は7.01%である。「商品特徴が気に入ったから」と答えた回答者も5.12%おり、ブランド・ロイヤルティや商品特徴といった要素が購買選択において重要であることを示している。「いつも使っている商品だから」と合わせると、述べ4割強の回答割合となる。一方で、ブランド・スイッチを行ったことを示唆する「この商品を使ってみたかったから」および「店頭で目立っていたから」という回答はそれぞれ2%と低い。トイレトペーパーの商品選択については、商品の認知度および経験が重要であることを示している。

他には、「車できたから」「他にかさばる荷物が無いから」「宅配だから」といった理由があわせて10%ほどになり、ショッピングコストが小さくない財であることを示している。

表 10 購入理由（複数回答）

	No.	%
家に在庫がない、あるいは少ないから	191	51.48
いつも使っている商品だから	122	32.88
備蓄しておこうと思ったから	89	23.99
定期的に購入しているから	72	19.41
特売だったから	35	9.43
好きなメーカー・ブランドの商品だから	26	7.01
車で買い物に来たから	20	5.39
まとめ買いのついでに購入しようと思ったから	19	5.12
商品特徴が気に入ったから	19	5.12
他にかさばる荷物がなかったから	15	4.04
店頭で目立っていたから	9	2.43
この商品を使ってみたかったから	8	2.16
家族・友人の評判がいいから	6	1.62
その他：宅配だから	3	0.81
その他：購入全体に割引がある日だから	3	0.81
その他：ポイントが多くつく日だから	2	0.54
その他：一番安かったから	1	0.27
口コミを見て気になっていたから	1	0.27
店頭のPOPが目についたから	0	0
店員にすすめられたから	0	0
Total	641	

数値は購買観察数 371 回における % を示す。

(3) 在庫および消費行動

表 11 は在庫および消費に関する統計値である。在庫量は、平均 10.014

ロール、標準偏差 10.84 ロールとなっている。在庫が全くないと答えた回答者は延べ 25 人、全体の 6.83%にあたる。多くは正の在庫を保有していることがわかる。表には示していないが、回答者のほとんどは標準的な販売サイズである 12 ロール以下の在庫を保有している一方、30 ロール以上を保有する場合も 5% ほどある。

表 11 記述統計量：在庫および消費

Variable	Mean	Std. Dev.	Min.	Max.	N
在庫、未使用ロール数	10.014	10.84	0	60	366
消費量（購買間）	13.316	8.308	1	61	244
消費率（1日当たり消費量）	0.714	0.546	0.036	4	244
家計内消費率差	0.51	0.549	0	3.205	366

表 11 の 2 行目以下は消費量に関する基本統計量の値である。消費量は式 (1) から算出したものである。消費率は 1 日当たり平均消費量である。消費率は平均 0.714 ロール、標準偏差 0.546 ロールであり、メディアンは 0.566 ロールとなっている。75% の回答者について、消費率は 0.9 ロール以下となっている。一部の回答者について、大きな消費率がみられ、1.6 ロールを超える場合が 5% ほど存在する。表 11 の最後の行は、家計内の異なる 2 期間における消費率差である。2 期間における消費率差があることにより、消費率が在庫や他の状態変数に依存している可能性が示唆される。

最後に、第 2 節でみた Hendel and Nevo (2006a) の仮説 1 の検証に関わるデータを概観する。購買のタイミングに関する分析は購買しないときの観察も必要になるためここでは行わない。よって、購買量と在庫量の負の相関についてのみ検討する。表 12 は、購入量を価格、在庫、購買前経過日数に回帰した結果である。分析方法としては、最小二乗法 (OLS) を用いた。説明変数としては、OLS1 は価格および在庫量、OLS2 では加え

て属性情報および購買理由、店舗タイプ、曜日、製造企業等のダミー変数を用いた¹⁶。まず、価格の係数は負の値となっており、統計的にも有意である。しかしながら、在庫量の係数の符号をみると、OLS1の結果では統計的に有意であるが正の値をとっており、モデルの含意に反する結果となった。また、属性等をコントロールしたOLS2においてもモデルの含意と整合的な結果は得られなかった。

表 12 購買量と在庫量

	OLS 1	OLS 2
価格 (ロール)	-1.119*** (.019)	-1.178*** (.029)
在庫量	.056** (.022)	.021 (.026)
定数項	15.643*** (.601)	14.349** (5.378)
Adj. R^2	.107	.466
N	366	366

被説明変数は購買量 (ロール) である。標準偏差は括弧内に示した。*** は 1%、** は 5% の有意水準を示す。

OLS2 は説明変数として世帯所得等の属性データ、購買理由・店舗タイプ・曜日・製造企業のダミー変数を含む。

以上の結果から理論とデータの非整合性を結論付けることもできるが、現在の簡単な分析結果のみからそうした結論を導くことはむしろ早計に過ぎると考えられる。実際のデータを利用するにあたって注意が必要となることを示している可能性もあるため、以下では今後解決すべき課題を考察することとしたい。

まず、データとモデルの非整合性の原因として、モデルの仮定との相違が考えられる。特に、モデルは連続値であるが、データはいくつかのパッ

ケージから選ぶ性質を持っていることがある。今後の分析においては、購入量選択が実際には離散選択であることを考慮する必要がある可能性は高い。また、在庫量と購入量が正の相関を持つ可能性については、備蓄目的等で在庫を多く持つ家庭の行動が反映されている可能性がある。基本的なモデルでは、在庫をもつことは消費以外には保管費用を高めるにすぎないので、できるだけ少ない在庫保有が最適となる。しかし、データからは、保管費用について異質性が高いことが示唆されており、こうした側面をコントロールしきれていない可能性がある。また、最後にデータの問題として、ロール数を用いているため異なる商品間の特徴の調整を十分におこなっているとは言い難いことが挙げられる。代替案としては、シングルに換算したメートル単位に直すことが考えられる。この点については、今後追加的に情報を取得する必要がある。

最後に、ここでの分析は購入という意思決定に条件付けられた数量であるにもかかわらず、上記の推定ではそのことは考慮されていないことにも注意する必要がある。しかしながらそのようなモデルを分析するためには、購入しないときの説明変数の観測値が必要となる。特に、Hendel and Nevo (2006a,b) では、購入の有無に関わらず店舗価格のデータが重要な状態変数のひとつであるが、現在のデータでは購入価格のみしか観察できないため、どのように適切な代替変数を取り入れるかが課題となる。また、購入するかしないかの意思決定において、店舗価格よりも、在庫およびその代替変数である購入後経過日数および過去の購入価格を重視する Price Consideration Model (Chin, Erdem, and Keane (2009)) を用いることも候補のひとつである。これらを考慮した分析は、今後の課題としたい。

5 おわりに

本稿では、動学的家計需要モデルの実証分析に向けて、これまで観察不可能とされてきた家庭内在庫および消費のデータ収集を目的としたパイ

ロット調査の概要と収集されたデータの概要についての報告を行った。この調査では回答者の本人報告による在庫の正確性が重要となるため、理論上非整合的なデータを除去するためのデータクリーニングについて詳細に報告を行った。データクリーニングの結果、74.39%のデータが分析対象として利用可能と判断するに至り、精度の高いデータが収集された。しかしながら、データクリーニングの過程で除去せざるをえなかった回答も一定量存在したことも事実である。今後より大規模なデータ収集を行う場合には、より継続的な追跡調査が必要とされるため、回答者負担がより少ない方法で、データの正確性を保つよう質問を工夫する余地がある。さらに、より大規模な調査を行う場合、今回対象とした属性を持つ登録モニター数の問題等から SCI の利用は困難である可能性が高い。このため、同程度の精度をもつ代替的な方法の検討が必要である。また、先に述べた今後の課題を検討しつつ、購買の意思決定や変数間の相関についての分析、構造推定への含意の検討等も引き続き行う予定である。

【謝辞】 この研究は 2015 年度武蔵野大学学院特別研究費により行われた。また、本稿の研究ではインテージ(株)および一橋大学経済研究所経済社会リスク研究機構のメンバーより貴重な助言をいただいた。この場を借りて深謝する。論文中の誤りは全て筆者の責任に帰する。

注

- 1 消費者が forward-looking である場合に静学的需要モデルを用いることによる弾力性推定値の偏りを示したものとして、Hendel and Nevo (2006b) などがある。
- 2 動学的消費行動を考慮した企業の価格設定モデルとして Hendel and Nevo (2013) がある。
- 3 比較的初期の重要な研究として、Neslin, Henderson, and Quelch (1985) がある。
- 4 Hendel and Nevo には、2006 年に出版された論文がふたつある。ここで

は、“Sales and Consumer Inventory”をHendel and Nevo (2006a)とし、“Measuring the Implications of Sales and Consumer Inventory Behavior”をHendel and Nevo (2006b)として区別する。

- 5 消費者が期初に店舗における財の価格を観察するという仮定は強いものであるが、多くの研究で用いられている。これを緩和したものとして、Ching, Erdem, and Keane (2009)によるPrice Consideration Modelがある。
- 6 Erdem, Imai, and Keane (2003)では、効用関数は線形である。効用関数の違いは、ストックアウト（在庫切れ）を許容するか否かに関わる。
- 7 仮説3から5については、価格の推移について追加的な仮定が必要となる。
- 8 例えば、Hendel and Nevo (2006a)では、購買に伴う固定費用がなく、かつ連続値での購入が可能であることから、高価格時はその期の消費に必要な分量しか購入せず、期末の在庫量のターゲットは0となる。
- 9 属性情報の一部として、家事担当の情報が附属している。分析対象とした回答者の全てにおいて、女性家事担当であった。
- 10 購入回数が2回以下の回答者については、在庫や購入数、あるいは本人購入以外の経路による財の流入などに、3回購入者とは異なる特徴が見られないかといったことを分析するための参考データとするにとどめる。
- 11 ここでの単位はロールである。ただし、シングル・ダブル・長さ等、商品間の性質の調整は行っていない。
- 12 年齢は25歳以上30歳未満等、区間年齢は5歳である。計算上は中間値を用いた。
- 13 世帯年収の階級は、399万円以下、400万円以上450万円未満等と階級で区切られている。ただし、階級の幅は同一でない。算出には、それぞれの階級の間接値を用い、399万円未満については399を、900万円以上については900万円を用いた。
- 14 「その他」の回答数は13であった。既存の選択肢を含めて、類似の回答をそれぞれまとめて集計を行った。
- 15 経験財における学習を動学的需要に取り入れたものとしてErdem and Keane (1996)がある。
- 16 具体的に用いたデータは以下のダミー変数である：世帯所得、住居形式、配偶者同居の有無、自家用車保有、パート勤務、教育、世帯人数、購買理由のうち「特売だった」「店頭で目立っていた」「他にかさばる荷物がなかった」

「車で来た」「まとめ買いのついでに」「定期的に購入しているから」「備蓄しておこうと思ったから」「家族・友人の評判がよい」「好きなメーカー・ブランドの商品だから」「いつも使っている商品だから」を用いた。

参考文献

- Ching, A., T. Erdem, and M. P. Keane, The Price Consideration Model of Brand Choice, in *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 24, No.3, April/May 2009, 393-420.
- Erdem, T., S. Imai, and M. Keane, Brand and Quantity Choice Dynamics Under Price Uncertainty, in *Quantitative Marketing and Economics*, Vol.1 No.1, 2003, 5-64.
- Erdem, T. and M. P. Keane, Decision-Making Under Uncertainty: Capturing Dynamic Brand Choice Processes in Turbulent Consumer Goods Markets, in *Marketing Science*, Vol. 15, No. 1, 1996, 1-20.
- Hendel, I. and A. Nevo, Sales and Consumer Inventory, in *RAND Journal of Economics*, Vol. 37 No.3, September 2006, 543-561.
- Hendel, I. and A. Nevo, Measuring the Implications of Sales and Consumer Inventory Behavior, in *Econometrica*, Vol.74 No.6, November 2006, 1637-1673.
- Hendel, I. and A. Nevo, Intertemporal Price Discrimination in Storable Goods Markets, in *American Economic Review*, Vol.103 No.7, December 2013, 2722-2751.
- Neslin, S. A., C. Henderson and J. Quelch (1985), Consumer Promotions and the Acceleration of Product Purchases, in *Marketing Science*, Vol.4 No.2, May 1985, 147-165.