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

Title	ヘドニック価格関数と製品差別化市場モデル : 文献サーベイ
Sub Title	Hedonic price functions and product-differentiated market models : survey
Author	坂上, 紳(Sakaue, Shin)
Publisher	慶應義塾経済学会
Publication year	2006
Jtitle	三田学会雑誌 (Keio journal of economics). Vol.99, No.1 (2006. 4) ,p.131- 147
JaLC DOI	10.14991/001.20060401-0131
Abstract	
Notes	研究ノート
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00234610-20060401-0131

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.

「三田学会雑誌」99 巻 1 号（2006 年 4 月）

研究ノート

ヘドニック価格関数と製品差別化市場モデル

——文献サーベイ——

坂　上　　紳

（初稿受付 2005 年 11 月 29 日，
査読を経て掲載決定 2006 年 4 月 17 日）

1．ヘドニック関数の理論的背景

ヘドニック関数とは製品の特性によって表現された製品価格の関数であり，理論，実証の両面において経済学では用いられてきた。ヘドニック関数が利用される理由は，製品の質の測定，差別財の分析，技術進歩による価格指数の品質調整，環境特性に対する限界支払意志額の測定など多岐に渡るが，以下ではヘドニック関数に関する初期の議論を振り返りながら差別化分析との関連を見ていきたい。

ヘドニック関数についてのサーベイには，住宅市場に関する Bartik and Smith（1987），環境全般に関する Freeman（2003），計量経済学上の問題に関する Palmquist（1991）や Palmquist（2006），ヘドニック関数の背景となる理論に関する太田（1978）や太田（1980），品質調整済み価格指数に関する Silver（1999）など様々な文献がある。

ヘドニック関数の起源は Colwell and Dilmore（1999）によると，初期の研究に Haas（1922）によるミネソタの農場の不動産価格分析，Waugh（1928）によるボストンなどの野菜市場価格の分析などがあるとされるが，現代に繋がる分析としてはヘドニック価格の名前の由来でもある Court（1939）が重要である。Court については Goodman（1998）が詳細に議論しているが，Court は自動車価格のヘドニック関数として当てはまりが良いとの理由で線形ではなく半対数線形の推計式を採用し，エンジン馬力やシートの大きさなど，現代の推計でも見られる製品特性を用いてヘドニック関数を推計し，推計結果から品質調整済み価格指数を導出している。ただ，Court の研究の中では推計されたヘドニック関数の係数や標準偏差などはリポートされていない。

その後，Court による推計方法は Griliches（1961）に引き継がれている。Griliches は Court と同様に直近 2 年において半対数線形

モデルを用い，自動車価格をエンジン馬力や車両重量やホイールベースなどの製品特性や年ダミーなどに回帰して品質調整済み価格指数を導出している。ただ，Griliches の研究では Court とは異なり，推計された係数の値，t 値などを詳細に表として載せており，現代の計量経済学的な手法が用いられている。後世の研究を見ると，この Griliches の研究手法が価格指数の分析だけに関わらず，ヘドニック関数における分析全般に対して大きな影響を与えていることが解る。ただ，ヘドニック関数は消費者の嗜好の変化や供給要因のショックによって変化を受けることがありえるという可能性を Griliches は論じているが，ヘドニック関数自体の経済学的意味については詳細には議論されていない。

理論的にヘドニック関数を導出する研究は様々な形で行われてきた。特性に注目した消費理論は 18 世紀から存在すると太田（1980）では紹介されているが，1 つの先駆的な理論研究としてはスペクトル分析を用いて住宅などについてのヘドニック価格を理論的に分析した Court（1941a），Court（1941b）がある。ただ，これらは数学的に非常に難解であり，後の議論に用いられることは無かった。

ヘドニック関数を裏付ける消費者理論で先駆的な研究としては，Honohan and Neary（2003）で詳しく紹介されているが，卵の品質による差別化を考慮した Gorman（1956）がある。Gorman はビタミンなど観察される特性について注目し，それぞれ特性が異なる多種類の卵の消費を行う消費者を考えた。消費者は卵の消費を通じて消費する卵の特性の合計と外部財から効用を得るという想定のもと，卵の特性構造の制約下で得られた効用最大化の一階の条件によって，卵の価格を観察される特性と影の価格の線形結合として導いた。また Gorman は，特性空間に点在する卵それぞれの特性の凸結合によって導かれる凸集合を予算集合とみなして，無差別曲線によって消費者問題を図示した。そして，自ら導いた理論モデルに需要関数に影響を与えうる変数を加え，最小二乗法により影の価格を推計できることを示した。

Gorman の研究自体は出版形態の問題もあり当時は注目されなかったが，財の量でなく特性の量に注目した Gorman の考え方は，Lancaster（1966）による「新しい消費理論」によって広く経済学者に知られることとなった。Lancaster は Gorman の考え方をより一般化し，「消費技術」という製品属性の線形関数を用いて財を特性ベクトルに変換し，その特性ベクトルから効用を得るという仮定をおいて消費行動を分析している。そして，特性が負の場合，端点解，財の不可分性がある場合などを考慮しながら需要関数やその性質を詳細に議論している。太田（1978）ではその「新しい消費理論」を利用してヘドニック関数を導出している。消費者の効用最大化の条件から価格が製品特性の線形関数となる結果を利用し，最適消費と現実の消費の差が確率変数に従うという仮定とテイラー展開の近似によって，ヘドニック関数が製品特性による非線形関数と確率変数で表現された推定可能な式で導かれている。ただ，具体的に関数が特定化されたヘドニック関数は得られず，特に実証

で用いられる半対数線形のヘドニック関数は新しい消費理論からは直接導けないとされている。

消費者は特性を得るために財を選択するというGorman=Lancasterの消費理論とは別の先駆的な理論研究にはAdelman and Griliches（1961）がある。この研究では，消費者は特性で表現される差別財と外部財の消費を通じて効用を得るが，そのとき消費者は特性に依存する差別財の価格関数と外部財への支出で定義される予算制約式のもと，最適となる特性の量と外部財の量を選択する。太田（1978）は，外部財の量と製品特性が独立，財の製品特性に依存する財の価格関数が存在という2つの仮定について問題を指摘してから，この消費理論からも強い仮定を追加することでヘドニック関数を導出している。

これまでの議論は消費者理論による説明であったが，逆に生産理論によってヘドニック関数を解釈している先駆的研究としてOhta（1975）とOhta and Griliches（1976）がある。これらのモデルでは，ヘドニック関数は限界費用とマークアップ率の積で得られるが，その限界費用が製品の特性で表せると仮定した上で，Ohtaらは半対数線形モデルを用いた詳細な仮説検定の方法を提唱した。そして，Ohtaらは観察できない変数の費用効果や企業ごとに異なるマークアップ率などをmake effectsと呼び，それらを企業ダミーや製造日からの経過年数などで特定化した上で新車と中古車の双方を含めたデータによる推計を行い，企業ごとのmake effectsの大きな差異を観察した。

以上の議論では，ヘドニック関数は「需要関数」または「供給関数」を意味していた。しかしながら，価格は需要関数と供給関数の交点で決まるのだから，両面を考慮する必要があるという重要性を指摘した先駆的な論文としてRosen（1974）が挙げられる。Rosenは過去のヘドニック関数における研究には需要関数からのみのアプローチが多いことに注目し，Adelman and Griliches（1961）流の効用関数と予算制約式を想定したうえで消費者の効用最大化問題から得られる特性ごとの需要関数（値付け関数）と，価格所与のもとでの企業の生産量と製品特性についての利潤最大化から得られる特性ごとの供給関数（オファー関数）の結合包絡線としてヘドニック関数を導いた。また，最も重要な点として，ヘドニック関数における誤差の原因は消費者の嗜好や生産技術についての確率的な分布なので，推計されたヘドニック関数は一般的には需要関数でも供給関数でも無いことを論じた。だからヘドニック関数を経済的に解釈するためには市場構造について詳細な注意をし，識別問題を考慮する必要がある。そして，Rosenは実際に需要関数や供給関数を推計するための手続きとして，まず非線形のヘドニック関数を推計し，次にその関数を各特性について偏微分して得られた特性ごとの限界価格を所得などの外生変数に回帰する，という二段階推定法を提唱した。

ただ，Rosen（1974）については理論的に2つの批判がある。第一にヘドニック関数は存在が保証されてないという太田（1978）らの批判であり，第二に製品特性が連続的に分布して

消費者が自由に選択できるという想定は非現実的であるという Freeman（1979）の批判である。第一の問題については Giannias（1996）が特定の仮定のもとで解いている。Giannias は Rosen に従った構造方程式のアプローチのもと，価格と製品特性について線形関数となる解の存在を証明し，得られたヘドニック関数を実際に推計している。ただ，Giannias（1996）はモデルを構築する上で多くの仮定をおいている。具体的には，効用関数の二次形式，効用関数は製品の質そのものではなくその指数に影響を受ける，消費者の好みを示すパラメータや製品の質の供給は外生的で正規分布に従う，等である。このような仮定はかなり強く，その現実妥当性が問題とされる。第二の問題については，消費者の離散的選択を考慮して確率効用関数を用いた McFadden（1973）による多項ロジットモデルや多項ロジットモデルで問題となる無関連対象からの独立性（IIA）という強い仮定を緩めた McFadden（1978）による入れ子型ロジットモデル，製品特性による間接効用関数を用いることで解決される。詳しい例は次節で述べる。

Rosen（1974）のとりあげたヘドニック関数と需要関数，供給関数との識別問題についてはいくつかの研究がある。まず重要な研究としては Brown and Rosen（1982）がある。Brown らによると，Rosen（1974）の研究において特に関数形は仮定されていなかったが，実際に需要関数や供給関数を推定する前提として，以下の二条件のどちらかを満たさなければならない。1 つは，単一市場でヘドニック関数を推計する場合，ヘドニック関数のパラメータの推計値と限界価格式の説明変数で使われる製品特性の間に相関が無くなる恣意的な関数形を仮定することである。もう 1 つは，時間的・地理的に異なる複数の市場について，各主体が同じ選好，技術，嗜好や生産性の分布を持つという前提のもと，市場ごとに異なる価格関数が観察されるという条件である。この 2 つの条件がどちらも成り立たない場合には識別不可となることが Brown らによって強調されている。また Diamond and Smith（1985）は，均衡における価格関数が非線形の場合には，限界価格と製品特性の量は同時決定となり価格が製品特性に依存するために需要を示す誤差項と価格の間に相関が生じるので，操作変数を推計で用いる必要性を指摘している。

Rosen の二段階推定については Epple（1987）が批判と対処法を論じている。Epple は，複数市場でヘドニック関数が得られることを前提としたうえで，Rosen の方法だと限界価格式の同時推計において単純最小二乗法では説明変数と残差間の相関により一致性が得られないので操作変数を用いた同時推計の必要があること，さらに観測誤差のある特性や観察されない特性の数に応じて市場数や外生変数の数などによる不等号条件を満たす必要があることを主張している。しかしながら，Palmquist（1991）で議論されているように適切な操作変数の発見は難しいので，その利用には多くの注意を必要とする。

ただ，近年の Ekeland et al.（2002），Ekeland et al.（2004）の研究によると，たとえ単一市場においても，Rosen（1974）のモデルに限界効

用や限界利潤について特性とそれ以外の消費についての加法分離性とノンパラメトリック構造を仮定することで需要関数が識別されている。また，Benkard and Bajari（2004）は，離散的選択を考慮したGorman=Lancaster型の効用関数を用いて，観察されない特性が1つ存在する場合でも，操作変数だけでなく製品特性についてオプションのパッケージデータを用いることで識別が可能となること，モンテカルロ法などによりRosenの二段階推定を改良することでヘドニック関数と消費者選好の識別が可能となることを示している。

このように，ヘドニック関数は実証面の有用性のために古くから用いられてきたが，その解釈には様々な議論や批判がある。特に，ヘドニック関数を理論的に構造方程式の導出や解釈のためには，必ずしも自明ではない追加的な仮定が必要とされる。その理由として，そもそもヘドニック関数は現実市場における実証結果から得られた関係式なので，誘導系方程式としてヘドニック関数を導こうとする限り，経済学的な根拠が弱い追加的な仮定やなどが必要となってしまうからだと考えられる。

2. 製品差別化の理論研究

この節では，差別化の実証分析を考えるために先駆的な製品差別化の理論モデルを簡単に振り返る。なお，この分野におけるサーベイとしては，差別化市場における経済理論と離散的選択モデルとの関連について議論しているAnderson et al.（1992）がある。

理論的に水平的差別化が考慮された先駆的研究は，立地モデルを提唱したHotelling（1929）である。この分析では，消費者が連続的に分布し線形の移動コストを持つ線分市場上での二企業における立地問題が考えられている。そして，立地選択と価格決定による利潤最大化行動の結果，互いに市場の中央に立地をして価格を限界費用と等しくつけるという同質財ベルトラン競争的な結論を得ている。つまり，製品差別化は全く行われない。ただ，この議論についてはd'Aspremont et al.（1979）が批判を行っている。d'Aspremontらは二段階ゲームを定式化し均衡存在の必要十分条件を導いた上で，距離の限界利潤が負となる場合があるために線形移動コストでは均衡が存在しない場合があるという問題を示している。そして，d'Aspremontらは問題の解決として二次関数を移動コストとして考えることを提唱したが，その場合には各企業が中央から離れるほど利潤が上昇するため，二企業が端点に立地をして，限界費用を越える一意の価格付けを行う均衡の存在が導かれる。つまり，完全な差別化が最も望ましいのでHotelling（1929）の結果とは正反対である。ただ，近年の研究であるBrenner（2001）によると，三企業以上の参入可能性を考慮して二次関数の移動コストを仮定した線分市場を考えると，各企業が同じ位置でも端点でもなくその中間的な位置に参入する状況が均衡として得られ，特に多数の製品が存在する場合には中程度の差別化が得られる可能性が理論的に示されている。また，Salop（1979）はHotelling（1929）の線分市場の端点がない場合に一般化した円環

市場モデルを考え，さらに多数の企業の存在や消費者が外部財の購入からも効用を得る可能性を含んだ上で対称均衡と非線形の需要関数の存在を示している。

Caplin and Nalebuff（1991）では, Hotelling（1929）など従来の立地を考慮した水平的差別化モデルの多くが一次元の質や特性によって表現されている点に注目し，より多次元の特性が存在する場合を含めた一般的な需要関数の分析を行った。Caplin らは製品特性や ρ-凹性の分布を持つ確率変数である消費者特性の関数として，CES 型やトランスログ型を含む一般的な効用関数を定義した。そして，需要関数が価格についての連続関数となること，需要関数が凸性を持つこと，利潤関数が自己価格について準凹となることを導き，そこから純粋戦略ベルトラン=ナッシュ均衡の存在を示した。また，特に消費者特性の確率分布が対数凹性を持つ場合には均衡が一意となること，消費者の所得が同一の場合や製品を買わないという選択肢がある場合にもモデルが拡張できることを示した。

垂直的差別化を分析した先駆的研究としては Mussa and Rosen（1978）がある。Mussa らは，一次近似により消費者の効用関数を価格とその製品の質に影響を受ける線形の間接効用関数によって定義し, 質に対する限界支払意志額が全ての個人で正となるが確率分布に従って個人ごとに異なるモデルを考えた。このとき各個人は質に対して異なった評価を行うため，質に対して低い限界支払意志額を持つ消費者が低品質低価格の製品を購入し，高い限界支払意志額を持つ消費者は高品質高価格の製品を購入するが，その関係を利用して限界支払意志額のとりうる範囲によりシェアや需要関数が導出された。

以上の議論は各製品について質などの指標によって具体的な立地を考慮した分析であるが，このように立地を考慮しない上で先験的に製品を区別できるという仮定のもとで行われた独占的競争の先駆的研究に Chamberlin（1933）がある。この分析では，製品特性，不確実性，製品名の違いなどに由来する製品差別化により各企業が短期的に他企業の価格に影響を受けない右下がりの需要関数に直面するため正の利潤が得られるが，長期的には潜在企業の参入により価格が平均費用と等しくなるために利潤がゼロとなるという差別化市場が考慮された。ただ，この分析は差別化の定義や仮定の強さなど曖昧な点が多く，様々な後続の研究がなされた。

独占的競争の先駆的な理論モデルとしては，Spence（1976）や Dixit and Stiglitz（1977）がある。これらの研究では CES 型効用関数を持つ代表的な消費者と一財のみを生産する多数の企業の存在が想定されており，製品それぞれの効用は各製品に対する効用関数のパラメータにより評価されている。この分析は具体的に需要関数などの導出が可能であり，Chamberlin（1933）と異なり消費者は製品の多様性からも明示的に効用を得られるので最適製品数などの議論をする上では有効なモデルである。しかし，Anderson et al.（1995）によると，複数の研究者がこの効用関数は製品を 1 つ程度しか買わない実際の消費者の行動と矛盾していると批判している。

代表的消費者ではなく，一種類の製品を1つだけ購入する離散的選択を行う多数の消費者を想定して独占的競争を表現した差別化の先駆的研究として Perloff and Salop（1985）がある。Perloff らは，製品を購入したときの消費者の線形間接効用関数が，個人の所得と製品価格の差，製品の質，製品ごとに変わる確率変数によって表現される確率的選択モデルを考え，確率変数に対する積分を用いて需要関数を導出して消費行動の分析を行った。

これらの並列した差別化の議論をまとめた研究に Anderson et al.（1989）がある。Anderson らは消費者の間接効用関数について，Mussa and Rosen（1978）で定義された質に依存する間接効用関数に加え，製品特性空間における消費者の立地と購入する製品特性の差の二乗で定義される距離で効用が割り引かれる効果を考えた。距離の考え方は d'Aspremont et al.（1979）による移動費用の二次関数の多次元への拡張であり，この定式化により垂直的差別化と水平的差別化の両面が考慮されるといえる。そして，この間接効用関数から導かれる需要関数を決める消費者の立地を示す確率分布が粗代替性を満たす従来の差別化の需要モデルと整合的となることが示された。なお，具体的にその差別化のモデルとして，Dixit and Stiglitz（1977）らによる代表的消費者を考えた CES 型効用関数から得られる需要関数，Perloff and Salop（1985）による離散的選択を行う個人を想定した確率効用モデルから得られる多項ロジットモデルや多項プロビットモデルで導出された需要関数，Hotelling（1929）による線分市場モデルから得られる需要関数を取り上げて，それぞれについて確率分布を導出した。また，Anderson らは所得を用いた製品特性モデルの拡張可能性にも触れている。Deneckere and Rothschild（1992）は Salop（1979）と Perloff and Salop（1985）の2つのモデルを特殊例として含む外部財も考慮した一般的な需要関数モデルを導出し，さらに積分範囲を示す集合の特定化によって Anderson et al.（1989）で議論されていた多項ロジットモデルや多項プロビットモデルを導出することで Deneckere らのモデルの一般性を示した。また，Anderson et al.（1995）は Caplin and Nalebuff（1991）らの議論を適用して消費者の嗜好パラメータの分布に対する対数凹性の仮定のもとで均衡の存在を示し，企業の利潤がゼロのもとでの次善水準である最適製品数より均衡における製品数の方が多くなることを示した。

これらの研究により，従来から様々なアプローチによって行われてきた差別化の研究の相互関連が明らかになり，製品特性を効用関数に取り入れたアプローチが離散的選択モデルと整合的であり有効性を持つことが示された。

3. 製品差別化の実証研究

近年，コンピュータによる計算速度の向上，ミクロデータの整備，ミクロ計量経済学の発展により，従来のヘドニック関数の推計だけでなく，経済学的な意味合いをより強めた研究が製品差別化の実証分析で行われている。これらの研究は一見かなり複雑であるが，製品特性が重要な要因となっている点では従来

のヘドニック関数との関連性は見られ，一方で従来の分析では解らなかった様々な成果も得ている。前節までの議論を踏まえながら製品差別化市場の実証分析を見ていく。この分野のサーベイとしては，新しい実証的産業組織論全般に関する Kadiyali et al.（2001），近年のロジットモデルに関する Train（2003）等がある。

明示的に製品の質を差別化の指標として用いて需給分析の実証分析を行った先駆的研究としては，1977 年と 1978 年の米国の寡占的自動車市場についての実証分析を行った Bresnahan（1981）がある。Bresnahan は消費者の垂直的差別化による行動を仮定し，Mussa and Rosen（1978）と同じ効用関数より各製品の選択確率を計算し，自己価格と隣接財の質と価格の関数として製品ごとの市場シェアと需要量を導いている。質の特定化には Rosen（1974）のヘドニック理論を参考として，製品特性に対して線形となるヘドニック関数の二乗根を質の代理変数として用いた。生産行動については Rosen（1974）や Ohta（1975）らの議論と同様に限界費用も質を通じた製品特性の関数と仮定した。そして，企業が第一段階で製品ごとに参入して第二段階で価格付けを行う二段階ゲームを考え，多種類の財を供給する企業の利潤最大化行動による一階の条件より得られた連立方程式から，限界費用と質から計算される製品間距離の関数として供給関数を導いた。なお，質の定義から供給関数も価格と製品特性の関数とみなすことができ，需要関数に代入することで需要関数も製品特性と価格の関数となる。これらの推計モデルを踏まえ，観察されない製品特性を確率変数と仮定した上で，自動車ごとの販売量，価格，特性データを用い，最尤法の E-M アルゴリズムによって需要関数と供給関数が同時推定された。このパラメータ推計結果から得られた計算結果として，Bresnahan は質が高い製品ほどマークアップ率が高く，また日本からの輸入車の影響は質を考慮すれば国内車とは無差別となることを示した。

Bresnahan は，同様の手法により Bresnahan（1987）でも 1955-1957 年のアメリカ自動車市場について一年ごとに横断面データを用いた推計を行った。ここで，Bresnahan はデータ推計期間内の自動車市場における市場構造の大きな変化に注目し，共謀モデル，ベルトラン=ナッシュ競争モデル，ヘドニックモデル，「製品」モデルなど複数のモデルをたて，非入れ子型検定に利用される Cox テストによるモデル比較で最適なモデルを選択する方法を用いて各年の企業行動を検定した。そして 1954 年と 1956 年では共謀モデルが採択された一方，1955 年ではベルトラン=ナッシュ競争モデルが採択され，企業行動が三年の間に大きく変化したという結果を得た。

この Bresnahan（1981），Bresnahan（1987）のモデルは消費者の個人データや企業の財務情報などを含まない少量のデータで製品別の需要の価格弾力性やマークアップ率を推計できるという点で非常に有用であったが，質という一次元の変数による差別化，隣接財のみとの代替関係など特殊な仮定もいくつか見られた。それらの問題点を考慮しながら，さらに発展的なモデルによって 1987 年のアメリカ自動

車市場に対して推計を行った研究が Feenstra and Levinsohn（1995）である。

Bresnahan（1987）以降の差別化市場の理論的研究として，Feenstra らは需要面の研究に製品特性アプローチによって粗代替性や対称性が得られる需要体系を導いた Anderson et al.（1989）や Anderson et al.（1992）の多次元差別化モデルの分析，供給面の研究に多次元製品特性空間による差別化モデルで企業による純粋戦略の価格均衡の存在を示した Caplin and Nalebuff（1991）の分析を取り上げ，それらの研究を踏まえて Hotelling（1929）的な一次元の質や特性に注目した線分市場モデルに代わり，多次元の製品特性空間を前提とした製品差別化モデルを導入している。

まず，Feenstra らは消費者の効用関数について Bresnahan（1987）のモデルを一般化した。消費者の効用関数には Anderson et al.（1989）で定式化された製品特性と質に依存する間接効用関数を用い，さらに質を製品特性の線形関数で特定化した。そして，価格と製品特性の線形関数の差で得られる品質調整済み価格と距離を利用し，多次元の製品特性空間で見て隣接している製品間で代替関係が存在することを想定したモデルを考え，命題として二製品の交差価格弾力性が二製品の価格調整距離の関数となることを示した。これは一次元の質で見た隣接財との代替関係を導いた Bresnahan（1981）の一般化となっている。限界費用については Bresnahan（1987）等と同じ議論で製品特性やダミー変数を利用して特定化を行っており，製品特性を外生変数とみなした企業の利潤最大化の一階条件を利用して需給均衡から価格を製品特性の関数として導いている。そして，以上の結果より得られた需要関数と一階条件式を非観察変数の存在も考慮しながらグリッドサーチと非線形最小二乗法による推計によってパラメータを計算し，モデル選択やマークアップ率の推定を行っている。

なお，Feenstra らはモデル選択について Mixed-Nash モデルという企業ごとにクールノー競争とベルトラン競争という異なる戦略を選択する可能性を考慮したモデルを考えているが，それは，日本企業の対米輸出についての数量規制の存在などに対応した現実的なモデルだとしている。この想定の元で Feenstra らは日米欧各企業の行動について，残差二乗和の比較や P-test 非入れ子型検定によって欧州企業のみがクールノー競争を行っている Mixed-Nash モデルが最もモデルに当てはまりが良いことを示した。

Sudhir（2001）で述べられているが，これらの分析の特徴は消費者の嗜好パラメータの一様分布などを除き，効用関数に非確率的なモデル構造を仮定しているため，deterministic utility models と呼ばれる。一方，近年の差別化の実証分析ではデータやモデルは類似した分析ながらも，消費者の効用関数に対して様々な確率変数を導入した確率効用関数の計算を行うことで強い仮定に依存しない需給体系モデルを分析する新たな方法がある。その一連の研究が Berry（1994）に始まる random utility models である。

Berry（1994）は Bresnahan（1987）ら従来の製品レベルの差別化を考慮した需要関数を

考える場合には価格の交差項が多すぎるために一般的には総製品数の二乗だけのパラメータ推定を必要とすること，そのパラメータの数を減らすためには隣接財のみに対する代替性など経済学的に根拠が弱い恣意的な仮定をおかなければならないという問題に注目した。そして，その回避のために Berry は離散的選択を考慮した線形間接効用関数について，誤差項だけでなく，観察されない製品特性や各個人の製品特性に対する効用関数のパラメータも分布の分散など少数のパラメータから得られる確率分布から発生する確率変数となると仮定した。また，限界費用として特性による関数を考えた上で，他製品の製品特性を操作変数とする一般化モーメント法による推定によって推計を行うことを提唱した。

この方法をさらに詳細に議論し，現実のデータを用いて推計した研究が Berry et al.（1995）である。Berry et al.（1995）は，従来のヘドニック関数などのモデルは詳細なデータがあるにも関わらず生産面についてほとんど情報を与えないこと，需要面と企業の寡占的価格設定の双方を考慮した Bresnahan（1987）や Feenstra and Levinsohn（1995）のモデルは消費者の嗜好パラメータの一様分布が基礎となっていることを問題視し，嗜好パラメータや観察されない製品特性などに対して一般的な確率分布を明示的に考慮した。Berry らは Berry（1994）と同じ特性に関して線形となる間接効用関数を考えたが，観察されない製品特性，効用水準そのものに影響を受ける確率変数に加え，個人所得も確率変数として効用関数に導入した。そして，Berry（1994）に従って，交差項がゼロであるロジットモデルだけでなくコブダグラス型で特定化された交差項も含めた一般的な分布からも縮小写像定理と積分計算を利用して製品ごとのシェアを計算出来ることを示した。なお，限界費用関数については製品特性を説明変数とした以前のモデルと同じ定式化を行っている。そして，1971 年から 1990 年における米国自動車市場の製品別データを用い，全ての製品の費用特性や需要特性を操作変数として用いた一般化モーメント法による推計を行った。推計結果では最小二乗法と操作変数法によるロジットモデルの推計結果を用いたモデル有効性の比較や，製品ごとの自己価格弾力性，交差価格弾力性，外部財に対しての交差価格弾力性，マークアップ率の詳細な計算結果などが明示され，Berry らのモデルの有用性が示された。また，非線形間接効用関数の適用など拡張可能性についても議論されている。この分析手法は BLP と呼ばれ，以降の製品差別化の分析に多大な影響を与えた。

BLP と同じ方向性の研究としては，やはり自動車市場について分析を行った Goldberg（1995）がある。ただ，Goldberg らは製品別データよりさらに詳細な消費者レベルのデータを用いて複雑な入れ子構造を持つ逐次的なロジットモデルを利用した推計を行っている。Berry et al.（1999）は Berry et al.（1995）と同じデータセット，同じ手法を用いて 1981 年の日本の対米 VER（自主的輸出規制）の評価も行っている。そして，シェア関数と限界費用の推計後のシミュレーション分析により，VER の存在のために日本車の価格と米国車

のシェアが長期間上昇し，結果として日本や欧州企業の利潤は若干減少する一方で米国企業の利潤が著しく上昇することを示した。また, Bresnahan (1987) や Feenstra and Levinsohn（1995）らによって行われた企業ごとの競争形態の違いについても触れ, 感度分析により Berry らの手法による結果がクールノー競争, ベルトラン競争, Mixed-Nash 競争のどれに対しても頑健であることを示した。Petrin（2002）では製品レベルのデータに加えて自動車を購入した消費者の平均所得などの個人データ利用, Berry et al. (2004) では自動車購買行動における second-choice 等の家計レベルの詳細な消費者データの追加的利用によって，特に代替性に対する推計結果などについて，観察出来ない変数の誤差を減らし，より正確な分析結果を得られることを推計結果の比較で示した。

また, 自動車市場ではなくシリアル市場について BLP の方法を用いた実証研究には Nevo（2001）がある。Nevo は BLP の離散的選択のモデルに広告量も導入し，パラメータを推計することによって需要の価格弾力性と価格マージンを求めた。そして，各製品が独立に生産される，同じ企業によって生産される製品が結合して生産される，全ての企業が結託して生産する，という 3 つの場合について推計を行い，価格マージンを求め，会計的に計算された価格マージンとの比較で市場の競争構造を分析した。そして，結果として各企業は自らの製品を結合的に生産するベルトラン=ナッシュ均衡を取るという仮説が採択されること，45%という高い水準の価格マージンにおいても，結託的な価格付けが行われているとはいえないということを示した。

以上の研究は複雑な推計方法が用いられているが，明示的にヘドニック関数を用いた実証分析として，PC 市場の製品差別化を考えた Stavins（1995），Stavins（1997）の研究がある。Stavins（1995）は各企業の製品レベルの参入行動を分析した研究だが，Bresnahan（1987）と同様に質を一次元で定義するためにヘドニック関数の推計値を質の指標として採用している。まず，生物多様性の分析である Weitzman（1992）と同じ考え方で質から製品間の距離を定義し，企業ごとの平均距離を求めて各企業の製品多様性の度合いを測った。そして，最小二乗法の推計結果から企業の操業年数が長くモデル数が多いほど製品多様性が高くなり，製品ごとの退出確率が価格と質の差で定義される品質調整済み価格に対し正の相関を持つことが確認された。ただ，この研究では需給構造が明示的には考慮されていない。

そこで，Stavins（1997）は PC 市場について需給を考慮した差別化市場の分析を行った。まず，質や距離を Stavins（1995）と同じ方法で推計し，消費者については Berry et al.（1995）型の線形確率効用関数を考えた。そして，多項ロジットモデルの計算結果から製品シェアを計算し, 距離を用いた改良によりシェアを距離で割り引かれた品質調整済み価格の関数として導いた。この改良はシェアの価格弾力性が距離に影響を受けるという仮定に基づくが，これは推計するパラメータ数を増やさずに多項ロジットモデルの IIA の問題を取

り除いて隣接財に限定されない他製品との代替関係を表現するための定式化である。また，供給関数については Bresnahan（1987）らの方法と同様に，限界費用が製品特性の線形関数になると特定化した利潤最大化問題の一階条件から価格を製品特性と企業ダミーと距離の関数として導出した。そして，パネルデータを用い，二式の内生性を考慮したうえで二段階最小二乗法，三段階最小二乗法によって推計を行い，弾力性や企業ブランドごとの需要効果を測定し，またモデルの年齢が弾力性を下げるという結果を得た。ただ，近似計算で得た交差価格弾力性に関する係数の推計値は有意とならなかった。

田口（2003）は Stavins（1997）のモデルを再定式化して納豆市場における差別化を分析している。まず効用関数を特性に関する関数と仮定し，二次のテイラー展開によりシェア関数を製品特性の二次形式と品質調整済み価格指数と指数項の関数として導出した。そして第一段階としてヘドニック関数の推計により品質調整済み価格を推計してから，第二段階で距離によって改良されたシェア関数の非線形最小二乗法による推計を行っている。なお，従来の研究との相違点としては質的特性の利用が挙げられる。製品特性に味などのダミー変数が多いため，特性間の距離を直接計測せずに，数量化 III 類によってダミー変数から計算されたサンプルスコアの上位 2 つと量的な製品特性を用いて変数を標準化した加重ユークリッド距離を計算している。このとき，距離はサンプルスコアから作られる知覚マップにおける各製品の点間の距離として見ることが出来る。そして，推計結果から自己価格弾力性と交差価格弾力性の双方の有意性が確認された。

また，実際の品質調整済み価格指数の作成でも差別化モデルが貢献することも Feenstra（1995）で示された。Feenstra は Anderson et al.（1992）の議論を用いて exact hedonic price index という従来の品質調整済み価格指数とは異なる概念を提唱した。この価格指数は Silver（1999）でも議論されているが，製品ごとの売上データが利用可能ならば最も望ましい方法だと評価されている。

以上のように，近年では消費者や生産者を考慮した様々な製品差別化市場の実証分析が行われている。これらの研究には，ヘドニック関数は効用関数の中の品質調整済み価格や質として線形で暗黙に含まれて推計されているモデルも多い。なお，ヘドニック関数において利用されるデータは製品ごとの価格と製品特性であるが，それに加えて製品ごとの生産量さえあれば，これらのモデルを用いて製品ごとに推計が出来るため，従来のヘドニック関数の研究が行われた製品ごとの特性データが詳細に得られる市場に対し，これらの研究を適用されることも現実的に可能となる。

また，企業の寡占的行動などのために価格が限界費用を大きく上回りマークアップ率が高い財について，それを無視して需要関数理論だけでヘドニック関数を推定した場合には，時系列的な安定性が期待出来なくなり，予想に反するパラメータの推計結果が生じうる。このような場合には，製品差別化による実証分析が特に重要だろう。

このように，近年の産業組織論における差別化の実証分析は従来のヘドニック関数や差別化の議論とも密接に関係しているので，それらの実証モデルを利用するうえで背景となる議論や定式化を振り返ることにも意味があるはずである。

（経済学研究科後期博士課程）

参 考 文 献

太田誠（1978）「ヘドニック・アプローチの理論的基礎，方法および日本の乗用車価格への応用」，『季刊理論経済学』，第 29 巻 1 号, 31-55。

太田誠（1980）『品質と価格』，創文社。

白塚重典（1995）「乗用車価格の変動と品質変化ーヘドニック・アプローチによる品質変化の計測と CPI への影響ー」，『金融研究』，第 14 巻 3 号，77-120。

田口光弘（2003）「製品属性と市場シェア」，『農業経済研究』，第 74 巻 4 号，147-159。

Adelman, I. and Griliches, Z. (1961) "On an Index of Quality Change," *Journal of the American Statistical Association,* 56, 535-548.

Anderson, S., de Palma, A. and Thisse, J.-F. (1989) "Demand for Differentiated Products, Discrete Choice Models, and the Characteristics Approach," *Review of Economic Studies*, 56, 21-35.

Anderson, S., de Palma, A. and Thisse, J.-F. (1992) *Discrete Choice Theory of Product Differentiation*, Cambridge: MIT Press.

Anderson, S., de Palma, A. and Nesterov, Y. (1995) "Oligopolistic Competition and the Optimal Provision of Products," *Econometrica*, 63, 1281-1301.

Bartik, T. J., and Smith, V. K. (1987) "Urban Amenities and Public Policy," in Mills, E. S. ed. *Handbook of Regional and Urban Economics*, 2, 1207-1254. Amsterdam: Elsevier.

Benkard, C. L. and Bajari, P. (2004) "Demand Estimation with Heterogeneous Consumers and Unobserved Product Characteristics: A Hedonic Approach," NBER Working Papers 10278, National Bureau of Economic Research.

Berry, S. (1994) "Estimating Discrete-Choice Models of Product Differentiation," *RAND Journal of Economics*, 25, 242-262.

Berry, S., Levinsohn, J. and Pakes, A. (1995) "Automobile Prices in Market Equilibrium," *Econometrica,* 63, 841-890.

Berry, S., Levinsohn, J. and Pakes, A. (1999) "Voluntary Export Restraints on Automobiles: Evaluating a Trade Policy," *American Economic Review*, 89, 400-430.

Berry, S., Levinsohn, J. and Pakes, A. (2004) "Differentiated Products De-

mand Systems from a Combination of Micro and Macro Data: The New Vehicle Market," *Journal of Political Economy*, 112, 68-104.

Brenner, S. (2001) "Hotelling Games with Three, Four, and More Players," *Quantifikation und Simulation Okonomischer Prozesse*, 23-2001.

Bresnahan, T. F. (1981) "Departures from Marginal-Cost Pricing in the American Automobile Industry: Estimates for 1977-1978," *Journal of Econometrics*, 17, 201-227.

Bresnahan, T. F. (1987) "Competition and Collusion in the American Automobil Industry: The 1955 Price War," *Journal of Industrial Economics,* 35, 457-482.

Brown, J. N. and Rosen, H. S. (1982) "On the Estimation of Structural Hedonic Price Models," *Econometrica,* 50, 765-768.

Caplin, A. and Nalebuff, B. (1991) "Aggregation and Imperfect Competition: On the Existence of Equilibrium," *Econometrica*, 59, 25-59.

Chamberlin, E. H. (1933) *The Theory of Monopolistic Competition*, Cambridge, Mass: Harvard University Press.

Colwell, P. F. and Dilmore, G. (1999) "Who Was First? An Examination of an Early Hedonic Study," *Land Economics*, 75, 620-626.

Court, A. T. (1939) "Hedonic Price Indexes with Automotive Example," in *The Dynamics of Automobile Demand,* General Motors Cooperation, 99-117.

Court, L. M. (1941a) "Entrepreneurial and Consumer Demand Theories for Commodity Spectra," *Econometrica,* 9, 135-162.

Court, L. M. (1941b) "Entrepreneurial and Consumer Demand Theories for Commodity Spectra, concluded," *Econometrica,* 9, 241-297.

d'Aspremont, C., Gabszewicz, J. and Thisse, J.-F. (1979) "On Hotelling's "Stability in Competition"," *Econometrica*, 10, 1145-1150.

Deneckere, R. J. and Rothschild, M. (1979) "Monopolistic Competition and Preference Diversity," *Review of Economic Studies*, 59, 361-373.

Diamond, D. B. Jr. and Smith, B. A. (1985) "Simultaneity in the Market for Housing Characteristics," *Journal of Urban Economics,* 17, 280-292.

Dixit, A. K. and Stiglitz, J. E. (1977) "Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity," *American Economic Review*, 67, 297-308.

Ekeland, I., Heckman, J. J. and Nesheim, L. (2002) "Identifying Hedonic Models," *American Economic Review*, 92, 304-309.

Ekeland, I., Heckman, J. J. and Nesheim,

L. (2004) "Identification and Estimation of Hedonic Models," *Journal of Political Economy*, 112, S60-S109.

Epple, D. (1987) "Hedonic Prices and Implicit Markets: Estimating Demand and Supply Functions for Differentiated Products," *Journal of Political Economy*, 95, 59-80.

Feenstra, R. C. (1995) "Exact Hedonic Price Indexes," *Review of Economics and Statistics*, 77, 634-653.

Feenstra, R. C. and Levinsohn, J. (1995) "Estimating Markups and Market Conduct with Multidimensional Product Attributes," *Review of Economic Studies*, 62, 19-52.

Freeman, A. M. III. (1979) "Hedonic Prices, Property Values and Measuring Environmental Benefits," *Scandinavian Journal of Economics,* 81, 155-173.

Freeman, A. M. III. (2003) *The Measurement of Environmental and Resource Values: Theory and Methods*, 2nd ed. Washington, DC: Resources for the Future.

Giannias, D. A. (1996) "A Structural Approach to Hedonic Equilibrium Models," *Economic Notes,* 25, 499-513.

Goldberg, P. K. (1995) "Product Differentiation and Oligopoly in International Markets: The Case of the U.S. Automobile Industry," *Econometrica*, 63, 891-951.

Goodman, A. C. (1998) "Andrew Court and the Invention of Hedonic Price Analysis," *Journal of Urban Economics,* 44, 291-298.

Gorman, W. M. (1956) "A Possible Procedure for Analysing Quality Differentials in the Egg Market," Ames: Iowa State College mimeo. (Reprinted (1980) in *Review of Economic Studies*, 47, 843-56.)

Griliches, Z. (1961) "Hedonic Price Indexes for Automobiles: An Econometric Analysis of Quality Change," in *The Price Statistics of the Federal Government,* General Series, 73, 137-196. New York: National Economic Bureau of Economic Research.

Haas, G. C. (1922) "Sales Prices as a Basis for Farm Land Appraisal," Technical Bulletin No. 9, St. Paul, The University of Minnesota Agricultural Experiment Station.

Honohan, P. and Neary, J. P. (2003) "W. M. Gorman, 1923-2003," *Economic and Social Review*, 34, 195-209.

Hotelling, H. (1929) "Stability in Competition," *Economic Journal,* 39, 41-57.

Kadiyali, V., Sudhir, K. and Rao, V. R. (2001) "Structural Analysis of Competitive Behavior: New Empirical Industrial Organization Methods in Marketing," *International Journal of Re-*

search in Marketing, 18, 161-186.

Lancaster, K. J. (1966) "A New Approach to Consumer Theory," *Journal of Political Economy,* 74, 132-157.

McFadden, D. (1973) "Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior," in Zarembka, P. ed. *Frontiers in Econometrics,* 105-142. New York: Academic Press.

McFadden, D. (1978) "Modelling the Choice of Residential Location," in Karlqvist, A. et al. eds. *Spatial Interaction Theory and Planning Models,* 75-96. Amsterdam: North Holland.

Mussa, M. and Rosen, S. (1978) "Monopoly and Product Quality," *Journal of Economic Theory*, 18, 301-317.

Nevo, A. (2001) "Measuring Market Power in the Ready-To-Eat Cereal Industry," *Econometrica*, 69, 307-340.

Ohta, M. (1975) "Production Technologies of the U.S. Boiler and Turbogenerator Industries and Hedonic Price Indexes for Their Products: A Cost-Function Approach," *Journal of Political Economy*, 83, 1-26.

Ohta, M. and Griliches, Z. (1976) "Automobile Prices Revisited: Extensions of the Hedonic Hypothesis," in Terleckyj, N. E. ed. *Household Production and Consumption*, 325-390. National Bureau of Economic Research Studies in Income and Wealth, 40, New York: National Bureau of Economic Research.

Palmquist R. B. (1991) "Hedonic Methods," in Braden, J. B. and Kolstad, C. D. eds. *Measuring the Demand for Environmental Quality,* 77-120. Amsterdam: North Holland.

Palmquist, R. B. (2006) "Property Value Models," in Maler, K. and Vincent, J. eds. *Handbook of Environmental Economics*, 2, Amsterdam: North Holland.

Perloff, J. M. and Salop, S. C. (1985) "Equilibrium with Product Differentiation," *Review of Economic Studies*, 52, 107-120.

Petrin, A. (2002) "Quantifying the Benefits of New Products: The Case of the Minivan," *Journal of Political Economy*, 110, 705-729.

Rosen, S. (1974) "Hedonic Prices and Implicit Markets: Product Differentiation in Pure Competition," *Journal of Political Economy,* 82, 34-55.

Salop, S. C. (1979) "Monopolistic Competition with Outside Goods," *Bell Journal of Economics*, 10, 141-156.

Silver, M. S. (1999) "An Evaluation of the Use of Hedonic Regression for Basic Components of Consumer Price Indices," *Review of Income and Wealth*, 45, 41-56.

Spence, M. (1976) "Product Selection, Fixed Costs, and Monopolistic Com-

petition," *Review of Economic Studies*, 43, 217-235.

Stavins, J. (1995) "Model Entry and Exit in a Differentiated-Product Industry: The Personal Computer Market," *Review of Economics and Statistics*, 77, 571-584.

Stavins, J. (1997) "Estimating Demand Elasticities in a Differentiated Product Industry: The Personal Computer Market," *Journal of Economics and Business*, 49, 347-367.

Sudhir, K. (2001) "Competitive Pricing Behavior in the US Auto Market: A Structural Analysis," *Marketing Science*, 20, 42-60.

Train, K. E. (2003) *Discrete Choice Methods with Simulation*, Cambridge: Cambridge University Press.

Waugh, F. V. (1928) "Quality Factors Influencing Vegetable Prices," *Journal of Farm Economics*, 10, 185-196.

Weitzman, M. L. (1992) "On Diversity," *Quarterly Journal of Economics*, 107, 363-405.