

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月15日現在

機関番号：35413

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2011

課題番号：21730215

研究課題名（和文） 健康の内生性を考慮した高齢者の受診行動・退職行動の
セミパラメトリック分析研究課題名（英文） Endogenous semiparametric analysis of older person's medical demand
and retirement

研究代表者

増原 宏明（Masuhara Hiroaki）

広島国際大学・医療経営学部・講師

研究者番号：10419153

研究成果の概要（和文）：健康の内生性を考慮した高齢者の受診行動・退職行動をセミパラメトリックに分析するための、統計モデルの開発を行った。医療需要関数におけるカウントデータ分析での誤差項をセミパラメトリック化したところ、正規分布を拡張した誤差項を有する推定方法が優越した。受診日数が単一のもので、受診の有無と一度受診した後の日数が異なるものから有限混合分布モデルに拡張したところ、従来のモデルよりも、劣っていないことが確認された。

研究成果の概要（英文）：We propose two types of semiparametric models to analyze endogeneity. First, we propose a generalized Poisson lognormal model and find good performance. Second, we consider finite mixture count data models for medical care demand using hurdle and non-hurdle specifications. The standard finite mixture negative binomial model is not always the best choice.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,200,000	400,000	1,600,000
2010年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2011年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,200,000	1,000,000	4,200,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：経済学・応用経済学

キーワード：医療経済学

1. 研究開始当初の背景

世界に先駆けて超高齢化社会に突入したわが国において、現在の賦課方式的な年金制度、医療・介護保険制度を維持するならば、就労者数と受益者数を一定に保たなくては、就労者の負担を上げるか、受益者の給付の引き下げ、需給開始年齢もしくは保険料率を引き上げざるをえない。加齢に伴い身体機能は低下することは避けられず、高齢期の所得減

少のための年金保険、そして疾病のための医療保険を社会保険方式で実施するのは、誰もが納得する理由であるが、その負担を就労者のみに求めるのは世代間の公平性の観点から正当化することは容易いとは言い難い。高齢になっても、就労を続けることで退職時期を遅らせ、また健康維持を積極的に行うことで疾患の予防に努めるならば、結果的に賦課方式の受益者である期間を長期化させない

ことができ、わが国の年金制度、医療保険制度は持続可能なものとなることが期待されよう。

そこで本研究では健康水準に着目して、これが高齢者の受診行動・退職行動に及ぼす影響を、包括的に考察する。健康水準は、高齢者の受診行動・退職行動を規定する要素の1つとしてみなされ、諸外国では受診行動・退職行動を考察した研究があり、わが国でも老人保健制度への適用に対して、健康水準の影響を考察した研究が存在する。しかしながら、わが国においては、データの利用可能性の問題もあり、盛んに分析されているとはいえない。また健康水準の内生性は明示的に考慮された研究は少ない。健康水準は、学歴・所得・健康維持活動などによって規定される内生変数であり、事実先行研究では健康資本ストックを内生的に決定するモデルを提案しており、理論との整合性を持たせるためにも、内生性を考慮しての分析が求められる。

2. 研究の目的

内生性を考慮しにくい原因として挙げられるのは、推定上の問題である。一般的に受診行動はカウントデータ分析が、退職行動は生存期間分析が適用されるが、これらは非線形の推定であり、内生変数が連続変数でない場合には、2段階推定は一致性を持たない。そのため、分布を特定化した完全情報最尤法が用いられる。しかし、非連続変数を内生変数にもつカウントデータ分析・生存期間分析は、積分計算を含み、これを代数的に解くことができないことが多く、結果的に数値積分を用いての推定となるなど、数値計算上の問題が発生する。さらに、推定がパラメトリックとなるため、健康の効果をも過大もしくは過少に評価する可能性があるなど、分布の特定化にも問題が残る。そこで本研究では、健康水準の内生性を考慮した、高齢者の受診行動・退職行動を、分布の特定化に依存しにくいセミパラメトリック分析を用いて検証し、健康水準が退職時期と受診行動に及ぼす影響に関する基礎研究を行うことを目的とした。

ただし、研究を実施するにあたっては、実際のデータを用いての分析に先んじて、その分析方法、すなわち統計モデルを開発する必要がある。研究計画には、日本大学「健康と生活に関する調査」、東京大学社会科学研究所が提供している日本版総合社会調査（大阪商業大学、Japanese General Social Survey、JGSS）および老研—ミシガン大全国高齢者パネル調査（東京都老人総合研究所、ミシガン大学）を用いての分析を最終目的とすると記載したが、統計モデルの開発に当初想定していたよりも時間がかかり、これらのデータを用いての分析は十分に行えなかった。その点

について、予め記しておく。

3. 研究の方法

上述したように、分析をあたってまず問題となるのが、内生性を考慮した推定方法の開発、とりわけセミパラメトリックな推定方法である。Masuhara (2008), *Economics Bulletin* 3 (42), 1-13 は、van Der Klaauw and Koning (2003), *Journal of Business and Economic Statistics* 21, 31-42 の提案したセミパラメトリックモデルを拡張し、健康水準を内生化した受診行動モデルの推定方法を提案した。このモデルはエルミート多項式型のセミパラメトリックモデルであるが、その汎用性は広く、これを用いて受診行動の分析を行った。また退職行動の分析で用いる生存期間分析については、Masuhara (2007), *Economics Bulletin* 3 (61), 1-12 の誤差項を明示的に考慮したエルミート多項式型セミパラメトリックモデルを基礎とする。このモデルを Masuhara (2008) と同様に、内生変数を考慮した推定モデルに拡張するには、数値積分の問題を解決すれば可能である。内生性を考慮したセミパラメトリックな生存期間分析をまず開発した。続いて上述のデータにより退職行動の分析に用いた。

4. 研究成果

研究初年度は、研究計画に記した生存期間分析の開発を行った。研究を実施していく中で、生存期間分析の開発に先んじて、医療需要関数でしばしば用いられるカウントデータ分析における誤差項の扱いには、対数ガンマ分布型と正規分布型の2種類あり、2つを比較分析する必要が生じた。そこで、2つをセミパラメトリック化して、先行研究と同様に Australian Health Survey を用いて比較検討したところ、セミパラメトリックな正規分布を仮定した誤差項を有する推定方法が、セミパラメトリックな対数ガンマ分布を仮定した誤差項を有するモデルを、完全にではないが優越した。(表1)。

	NB1	NB2 (PG)	SPG-4	PLN	SPLN-3
log-likelihood	-2169.189	-2160.495	-2152.429	-2160.522	-2154.619
parameters	14	14	18	14	15
AIC	4,366.378	4,348.991	4,340.858	4,349.044	4,339.238
BIC	4,458.141	4,440.753	4,458.839	4,440.807	4,437.555

Note: $AIC = -2 \ln L + 2M$ and $BIC = -2 \ln L + M \ln N$, where L is the maximized likelihood, M is the number of parameters, and N is the number of observations ($N = 5,190$).

表1 開発したモデル (SPLN-3、SPG-4) と従来の推定方法との比較

さらに、係数の推定量も、従来の推定方法では0.419であったが、開発したモデルでは0.272と小さくなり、従来の推定方法とは異なることが確認された。この分析結果は、学術論文「Semiparametric specifications of

unobserved heterogeneity in count data models: an application to medical care utilization]として公表した。

また生存期間分析については、誤差項を考慮していないCoxの比例ハザードに、誤差項を明示的に考慮した生存期間モデルを、2変量正規分布のエルミート多項式型のセミパラメトリックモデルを用いて拡張した。具体的には、対数線形モデルをエルミート多項式により一般化したモデルに、2値内生変数を組み込み、生存期間モデルを構築した。生存期間モデルでは右打ち切りデータが存在するので、モンテカルロ積分（ハルトン列）を使用して、推定を行った。分析結果については、「Semiparametric duration analysis with an endogenous binary variable: An application to hospital stays」として論文にまとめた。

研究2年目は、2値内生変数を含むセミパラメトリックな生存期間分析と、カウントデータモデルを用いて、高齢者の退職行動・受診行動に健康水準が及ぼす影響の予備的な検証を行った。研究を実施する中で、分析で用いる統計モデルが不十分であることがわかり、その開発も並行して行った。分析内容は以下の通りである。医療需要で用いられるカウントデータモデルでは、受診日数が単一の分布に従うと仮定するものと、受診の有無と一度受診した後の日数が異なる分布に従うと仮定するものの2種類が存在する。前者はさらに、少頻度と多頻度の患者を事後的に識別する有限混合分布モデルが存在するが、後者についてこの方法を採用したものは、増原の先行研究以外には存在しなかった。そこで、前者と後者を取り入れて有限混合分布モデルに拡張した方法と、後者に有現混合分布モデルを採用し、かつ先行研究では解析されなかった識別生の問題を回避した方法を開発した。先行研究と同様にNational Medical Expenditure Surveyを用いて比較検討したところ、新規に開発した推定方法は従来の有限混合分布モデルよりも、統計的に劣っていないことが確認された。これは表2の、適合度検定の結果から確認できる。FMHybridが前者と後者を取り入れて有限混合分布モデルに拡張した方法でFMHNBが後者に有現混合分布モデルを採用し、かつ先行研究では解析されなかった識別生の問題を回避した方法となる。特に、FMHybridはすべての領域でのモデルの当てはまりがよいことが確認された。

さらに、提案したモデルの係数の推定量は大きく異なることが認められ、経済学的な解釈をする際に留意すべきことも明らかとなった。この分析結果は、学術論文「Hurdle and non-hurdle specifications of finite mixture count data models for medical care demand」として公表した。

cell	GoF		
	CFMHNB	FMHybrid	FMNB
0, 1+	0.000	0.786	5.150 *
0-1, 2+	2.270	0.827	5.191 *
0-2, 3+	2.413	2.974	9.388 *
0-3, 4+	2.766	3.069	10.108 *
0-4, 5+	5.313	3.607	10.119 *
0-5, 6+	13.988 *	7.688	11.444 *
0-6, 7+	19.106 *	9.580	11.577
0-7, 8+	20.478 *	9.919	11.727
0-8, 9+	21.533 *	10.483	11.734
0-9, 10+	24.777 *	13.998	12.930
0-10, 11+	24.899 *	14.199	12.969
0-11, 12+	25.563 *	15.465	13.349
0-12, 13+	25.994 *	15.555	13.687
0-13, 14+	27.369 *	15.888	14.030
0-14, 15+	27.768 *	17.702	15.986
0-15, 16+	28.053 *	17.705	16.003

Notes: GoF is a goodness of fit test statistic. * denotes statistical significance at the 10% level. CFMHNB, FMHybrid, and FMNB represent the constrained FMHNB, the finite mixture hybrid of the HNB and NB, and the finite mixture negative binomial models, respectively.

表2 提案したモデルの適合度検定

研究最終年度は、初年度および2年目に開発した内生変数を含むセミパラメトリックな生存期間分析、およびMasuhara (2008)の開発した2値内生変数を含むセミパラメトリックなカウントデータモデルを用いて、高齢者の退職行動・受診行動に健康水準が及ぼす影響を検証する予定であった。しかしながら、前年度に開発した統計モデルのプログラムを実際のデータで行うと、初期値の設定をうまく行わないと尤度関数の最大化が困難であること、膨大な計算時間を要することが明らかとなり、その改良に研究期間の大半を要することとなった。

そこで、前年度より実施していた統計モデルの改良も並行して行った。分析内容は以下のとおりである。2値内生変数を含む生存期間分析において、観測打ち切りのデータがある場合には、線形回帰分析の拡張版を使うことはできず、累積分布関数の計算に数値積分が必要となる。さらに、セミパラメトリックなケースにおいては、累積分布関数の数値積分が複雑かつ時間を要するものとなる。そこで、数値積分を簡素化かつ精度の高いものとするべく改良を行い、これを論文として投稿した。さらに、医療需要関数の推定でしばしば用いられる有限混合分布モデルにおいて弱点となる、2つの状態「いずれか」より発生したと仮定される点について、これを緩めた代替方法を提案した。具体的には、2つの状態を含むケース、ある状態のみのケース、別の状態のみのケースを仮定し、これらを識別可能な統計モデルを開発し、学会発表を行った。

モンテカルロシミュレーションのデータ

の生成は、以下のように行った。まず、観察不可能な変数を $N(-1, 4)$ 、 $N(2, 1)$ より発生させ、2つの正規分布の混合比を、(1) $p_1=p_2=0.1$ (すなわち $p_3=0.8$)、(2) $p_1=p_2=0.05$ (すなわち $p_3=0.9$)と設定した有限混合分布を生成した。各試行においてサンプルサイズは $N=5,000$ とし、試行回数を100とした。全てのシミュレーションをGauss ver. 8により実行し、EMアルゴリズムを用いて最大化を行った。

N=5000	平均	標準誤差	標準偏差
μ_1	-0.9068	0.0932	0.2157
σ_1	1.9189	-0.0811	0.1184
μ_2	1.9298	-0.0702	0.1552
σ_2	1.1555	0.1555	0.2939
p_1	0.1416	0.0416	0.0731
p_2	0.1654	0.0654	0.0684

結果(1)

N=5000	平均	標準誤差	標準偏差
μ_1	-0.776	0.224	0.2548
σ_1	1.7361	-0.2639	0.2341
μ_2	1.7879	-0.2121	0.2042
σ_2	1.4351	0.4351	0.3407
p_1	0.1191	0.0691	0.079
p_2	0.1936	0.1436	0.0784

結果(2)

表3 モンテカルロシミュレーション

表3のモンテカルロシミュレーションの結果から、以下の3点が確認された。第1に、サンプルサイズが大きい場合には、(ほぼ)標準誤差、標準偏差が小さくなり、真の値に漸近することが認められた。第2に、 σ_1 、 σ_2 については、標準誤差が大きく、特に混合比 p_1 、 p_2 が小さくなるにつれて、標準誤差が大きくなった。第3に、混合比 p_1 、 p_2 の標準誤差に大きな差異があった。すなわち、混合比 p_1 の標準誤差に比して、混合比 p_2 の標準誤差がかなり大きいことであった。

高齢者の受診行動の分析については、現在開発したモデルを用いて推定作業を行っており、推定結果が出次第、論文としてまとめ、投稿する予定である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計2件)

①増原宏明、Semiparametric specifications of unobserved heterogeneity in count data models: an application to medical care utilization、医療経営論叢、査読有、3巻、2010、41-50

②増原宏明、Hurdle and non-hurdle specifications of finite mixture count data models for medical care demand、医療経営論叢、査読有、4巻、2011、57-67

〔学会発表〕(計4件)

①増原宏明、小西幹彦、吉村朋代、丁井雅美、林行成、白髪昌世、医療経営における費用配賦の統計学的考察：有限混合分布モデルによる接近、グローバル経営学会、2011年9月1日、大阪工業大学

②小西幹彦、増原宏明、林行成、丁井雅美、吉村朋代、白髪昌世、医療関連情報を用いた統計的推測の試み、グローバル経営学会、2011年9月1日、大阪工業大学

③林行成、吉村朋代、丁井雅美、小西幹彦、増原宏明、白髪昌世、医療経営における成果主義的報酬システムに関する経済学的検討、グローバル経営学会、2011年9月1日、大阪工業大学

④丁井雅美、吉川愛、小西幹彦、増原宏明、林行成、吉村朋代、白髪昌世、医療施設のWebサイトの情報アクセシビリティ評価、グローバル経営学会、2011年9月1日、大阪工業大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

増原 宏明 (Masuhara Hiroaki)

広島国際大学・医療経営学部・講師

研究者番号：10419153