

社会医療診療行為別調査を用いた人工呼吸器 使用期間と医療費への影響に関する分析

ワタナベ レイ オオクサ ヤスシ
渡辺 励* 大日 康史2*

目的 レトロスペクティブなデータであるレセプトデータを用いて人工呼吸器の使用期間とその医療費に関する影響を分析する。

方法 レセプトには1か月間の診療記録が記載されているが、その前後関係、また月をまたぐ診療行為の情報は含まれていない。そこで、人工呼吸器使用日数と入院期間、その月での入院日数との関係から、標本を complete, right censoring, left censoring, both censoring に分類し、Gompertz モデルを当てはめ、期待人工呼吸器使用日数を求めた。同時に日本全体での人数の推定、人工呼吸器使用に伴う医療費を推定した。その上でそれらの積として、人工呼吸器使用の医療費への影響を導出した。

成果 推定の結果、期待人工呼吸器使用日数は10～104日、その1日当たり期待費用は3～4万円、1か月の発生件数は5,510人と推測されるので、その国民医療費への影響は180～2,500億円に相当する。

Key words : 社会医療診療行為別調査, 人工呼吸器, Gompertz モデル, Left censoring, Bootstrappings

I はじめに

少子高齢化のますます進む日本では近年、適切な医療資源の配分への要請が強まっている。この中で終末期医療の中で無理な延命治療のための医療費増大が問題視されることも多い。終末期医療の問題を取り上げることはそれ自体非常にデリケートな問題であり、当然研究結果の解釈や政策提言は十分慎重になるべきである。そもそも終末期医療という用語の定義も研究によって違いがあり、その違いを正しく認識しないと結果の拡大解釈といった過ちをおかすこととなる。終末医療費を死亡前のある一定期間の医療費と定義して分析を行っているものがあるが、このようなレトロスペクティブな定義は妥当だとはいえない。しかし、いつから終末期であるかということについて

は個々の疾病、また同じ疾病によっても症例によって異なり統一的な定義を作ることはきわめて難しい。そこで、ある医療行為に注目しそれを行っている患者にどれくらいの医療資源が用いられるかを知り、全体の医療費の負担がどのようなものであるかを実証することは意義深いと思われる。本稿では人工呼吸器症例に限定して Gompertz モデルをあてはめ生存分析を行い、その使用期間を推定し、さらに医療費に対する影響を分析する。無論人工呼吸器の使用は積極的な救命を求めるものから延命の性格が強いものまでさまざまである。そのため全体を対象とする分析と共に、延命の性格が強いと思われる疾患を分析対象を絞った分析も行う。人工呼吸器使用に関するわが国の医療経済学的な研究は我々の知る限り皆無であり、国民医療費全体へのインパクトを検証したものもみられない。本稿では全国の医療機関から集めたレセプトデータを下にした社会医療診療行為別調査の個票を用いる。レセプトデータを用いる際には打ち切り(censoring)の問題を含め様々な研究上の制約があるがそれぞれへの対応方法は以下

* 京都大学経済学研究科博士後期課程

2* 大阪大学社会経済研究所

連絡先：〒567-0047 大阪府茨木市美穂ヶ丘 6-1
大阪大学社会経済研究所 大日康史

で詳しく述べる。

II 方法と対象

本稿で使用したデータは社会医療診療行為別調査である。これは政府管掌健康保険と国民健康保険の診療報酬明細書（いわゆるレセプト）について全国の医療機関から標本調査を行ったものである。本調査の個票を用いる際にはいくつかの研究上の制約が指摘されている。以下、本稿に関連の深いものを簡単に説明する。

第1は抽出されたレセプトがそれぞれの年の六月審査分（実際の診療は前月、つまり五月に行われている）であり、標本抽出率も低いことである。これに対してある程度の標本数を確保するために数年間分のデータをプールして分析を行う必要がある。本稿では1994年から1998年までの五年間のデータを用いている。

第2には社会医療診療行為別調査がレセプトを元にした調査であることによる。臨床現場では医療従事者は診療録（カルテ）に患者の状態の推移、行うべき診療行為に関する考察、実際行われた診療行為の結果など記載し診療を行っている。カルテから実行された診療行為の内容、回数を1か月毎にまとめて診療報酬を請求するために主に事務職員が作成するのがレセプトである。レセプトからは行った検査の種類、薬剤の種類、回数、薬剤量はわかっていても検査の結果、投薬の効果はわからない。またカルテは経時的に書かれているのに対し、レセプトからはそれぞれの診療行為がいつ行われたかはわからない。生存分析を行うためには期間の情報が不可欠であるが、人工呼吸器の使用はレセプト中の診療行為のうちで期間の情報を含む数少ない診療行為のひとつであるため分析に使用した。

第3の問題は本データには転帰の記述がないことである。そのため、患者が人工呼吸を受けて死亡したのか、それとも改善したのかがわからない。本稿では死亡に関する密度関数を用いて人工呼吸器の使用期間を推定するため、人工呼吸器を使用した症例が離脱するときは死亡時であると仮定して生存分析を行っているが、当然この仮定は制限の強い仮定である。たとえば末期悪性腫瘍の患者に対し人工呼吸を行っている場合、その転帰は死亡がほとんどであると思われる。また、人工

呼吸器をつけた日数と入院日数が等しいならば人工呼吸器をはずしたその日に健康に退院できることは難しい。こうした場合も転帰が死亡であると予想できる。しかし転院や、ある種の神経疾患（筋萎縮性側索硬化症）などの患者で退院後在宅人工呼吸を行う場合はこの限りではない。このため本稿では神経疾患を分析対象から除外することにした。一方、人工呼吸器を使用している症例でも、疾病の中にはかなりの確率で救命が見込められる場合があり、たとえば心臓病や呼吸器疾患の場合、人工呼吸器の使用は一時的な心機能、肺機能の低下を補助するものも多く、こうした場合救命の可能性も他の悪性腫瘍、脳血管疾患、腎不全患者などの疾患に比べ高いと思われる。この問題に対して、心呼吸器疾患を一部除外した標本を用いての推定も併用しながら、蘇生確率がない状態と仮定して分析を行う。

第4の問題は censoring の問題である。社会医療診療行為別調査は1か月間のレセプトを標本としており、診療実日数は記載されているが診療開始日、終了日がわからない。そのため、同じ診療実日数だとしても前月から診療が継続している患者、当月1か月の中で診療が完結している患者、次の月にも診療が継続している患者、これらの区別がつかない。この問題に対しては使用できる変数である、入院日数、(当月の)診療実日数、人工呼吸器使用日数の三つを組み合わせでどこで censoring が起きたかを推測する。

本稿で用いた生存期間分析のモデルは Gompertz モデルである。このモデルを使用した理由は次のとおりである。本稿で使用するデータは、レセプトであるので、ある1か月間の情報しか捉えていない。しかもその1か月は、暦上のもので、患者の病態とはまったく関係ない。このような場合に、その1か月で人工呼吸器の使用が終了する事例はかなり乏しくなり、多くの場合は前月からあるいは来月以降も人工呼吸器の使用が継続することになる。後者の場合には right censoring と呼ばれ、生存期間分析では標準的な問題であるので、Gompertz モデル以外の推定モデル（例えば、semi-parametric モデル¹⁾）においても対応している。むしろ問題は前者、つまり前月からの使用の場合で、その場合にはいつから使用していたのかが不明である。この問題は left censoring と呼

ばれ、生存期間分析では有り得る問題であるが、right censoring 程には一般的ではない。left censoring に関しての分析方法については後述するが、そのためには関数型が特定化されている方が扱い易い。もちろん semi-parametric モデルでも left censoring が扱えるが²⁾、Gompertz モデルをはじめとする parametric モデルの方がより簡便である。

Gompertz モデルは、以下のようなハザード関数 $h(t)$ 、生存関数 $S(t)$ 、死亡に関する密度関数 $f(t)$ から構成される³⁾。ここで t は時間（本稿では人工呼吸器使用日数を示す）、 λ, γ はそれぞれ定数を表す。また、本稿では人工呼吸器から離脱するときは死亡するときであると仮定しているため $f(t)$ は死亡に関する密度関数を意味する。

$$\begin{aligned} h(t) &= e^{\lambda + \gamma t} \\ S(t) &= e^{-(\lambda(e^{\gamma t} - 1)/\gamma)} \\ f(t) &= e^{\lambda + \gamma t - (\lambda(e^{\gamma t} - 1)/\gamma)} \end{aligned} \quad (1)$$

以下の分析では censoring によって標本を4つに分類して扱う。それぞれの定義は人工呼吸器使用の開始と終了に関して、

- complete 標本：開始と終了が1か月のレセプトデータで判断できる標本
- right censoring 標本：開始は1か月のレセプトデータで判断できるが、終了が判断できず、来月以降も継続していると考えられる標本
- left censoring 標本：終了は1か月のレセプトデータで判断できるが、開始が判断できず、先月から継続していると考えられる標本
- both censoring 標本：開始と終了の両方とも1か月のレセプトデータで判断できず、先月から継続し、来月も継続していると考えられる標本

である。

これらは、それぞれレセプトデータ上では次のように定義される。ここで入院期間とは以前の月を含んだ入院期間、診療実日数は当月のみの入院期間である。たとえば入院期間が診療実日数よりも長いときは当月以前に入院したものと考えられる。

- Complete 標本：入院期間が診療実日数よりも長く、診療実日数が31日未満で、人工呼吸器使用日数が診療実日数よりも短い場合

- right censoring 標本：入院期間と診療実日数が同じで、人工呼吸器使用日数が診療実日数よりも短い場合
- left censoring 標本：入院期間が診療実日数よりも長く、診療実日数が31日未満で、人工呼吸器使用日数と診療実日数が等しい場合
- both censoring 標本：診療実日数と人工呼吸器使用日数が31日である場合

厳密には、入院期間は日数の情報ではなく、幅を持って定義されていることから、上の定義を正確に実行することはデータ上、不可能である。また、上での right censoring 標本の定義はかなり限定的な定義であるので、right censoring 標本を complete 標本に含めた場合の分析も同時に行う。

上でも述べたように Complete 標本と right censoring 標本は Gompertz モデルで分析可能であるが、censoring の中で左方向への censoring はそれほど一般的ではない。したがってこれを含む left censoring 標本と both censoring 標本に関しては次のような手順で分析を行う。

- 1) complete 標本と right censoring 標本のみに、通常の Gompertz モデルを用いての生存期間分析を行う。
- 2) その推定されたパラメーターを用いて、left censoring 標本や both censoring 標本での死亡に関する密度関数 f を求める。
- 3) その密度関数 f から left censoring 標本や both censoring 標本の前月までの人工呼吸器使用日数を確率的に抽出する。
- 4) その抽出された期間と観測された人工呼吸器使用日数の合計を left censoring 標本や both censoring 標本の人工呼吸器使用日数とする。
- 5) left censoring 標本や both censoring 標本をそれぞれ、complete 標本と right censoring 標本とみなして、Gompertz モデルを用いての生存期間分析を行う。
- 6) ステップ2に戻る。

この作業をある程度分布が収束してから1,000回行い、パラメーターの推定値（中央値）と信頼区間を求める。これは一種の bootstrapping であり、本稿のように推定方法が複雑で、標本数が相対的に少ない場合により適切な方法である⁴⁾。

データ中、censoring によって分類された四種

類の標本はそれぞれ347, 611, 193, 253人である。抽出率までふくめて、情報が完全である患者数はそれぞれ73, 161, 35, 63人である。標本の抽出率で補正すると、これらの人数はそれぞれ1,081, 2,276, 441, 1,370人を意味する。すべての標本について標本抽出率の情報が与えられているわけではないため、この数値を全国の推定値と解釈することはできず、医療費の推定値を求める際に支障をきたす。仮に抽出率の情報が不完全であることがランダムに起こると仮定すれば、全国での患者数を求めるためにはデータ中の患者数のうち情報が完全である患者数の比率で補正する必要がある。

表1 記述統計量

	限定された 標本	全標本
年齢	58.1506	58.24858
女性	0.391566	0.385328
悪性腫瘍	.1445783	.1339031
心疾患	.1566265	.204416
脳卒中	.0722892	.0947293
呼吸器疾患	.1204819	.1581197
消化器疾患	.0301205	.0448718
腎臓疾患	.0180723	.0242165
外傷	.0391566	.0320513

表2 全標本における推定結果

	95%信頼区 間下限	中央値	95%信頼区 間上限
年齢	0.0059	0.0066	0.0074
女性	-0.0689	-0.0271	0.0135
悪性腫瘍	0.4451	0.5038	0.5713
心疾患	0.5660	0.6304	0.6999
脳卒中	0.4486	0.5230	0.6035
呼吸器疾患	-0.2484	-0.2037	-0.1569
消化器疾患	0.5557	0.6359	0.7354
腎臓疾患	0.3558	0.4885	0.6255
外傷	-0.3840	-0.2931	-0.1896
95年ダミー	0.0372	0.1216	0.1978
96年ダミー	-0.0284	0.0517	0.1282
97年ダミー	-0.1098	-0.0332	0.0421
98年ダミー	-0.1057	-0.0243	0.0515
定数項	-4.0731	-3.9186	-3.7852
γ	-0.0306	-0.0257	-0.0207
人工呼吸器 使用日数	22.6502	25.8915	30.3711

る。このような補正を行うと、1か月における人工呼吸器使用を使用した人数は全国で5,136, 8,638, 2,430, 5,503人、計21,707人になる。これは5年間の合計なので、1年当たり直すと1,027, 1,728, 486, 1,101人、計4,341人である。表1の記述統計量をみると補正を行う場合、行わない場合について標本属性の期待値はほとんど変わらない。そのため、抽出率の情報がランダムに不完全となると仮定して差し支えない。

III 結 果

記述統計量が、制限的な場合と制限されない場合に分けて表1にまとめられている。年齢は平均年齢をそれ以外の項は標本中の割合を示している。疾病名は、レセプト上の主疾患にされている疾病で分類しているが、その正確性には疑問が残る。

前節での right censoring の定義に従った場合の推定結果が表2から4に、代替的に right censoring 標本を complete 標本とみなして行った推定結果が表5から7にまとめている。先にも述べたように神経疾患はあらかじめ標本から除かれている。さらにそれぞれ表3, 6では循環器疾患、呼吸器疾患の全症例を除き、表4, 7では循環器疾患、呼吸器疾患で人工呼吸器使用期間2週間に満

表3 心呼吸器疾患を除いた標本における推定結果

	95%信頼区 間下限	中央値	95%信頼区 間上限
年齢	0.0078	0.0086	0.0096
女性	0.0119	0.0630	0.1198
悪性腫瘍	0.4361	0.4946	0.5730
脳卒中	0.4588	0.5351	0.6188
消化器疾患	0.4752	0.5692	0.6743
腎臓疾患	0.3158	0.4533	0.5784
外傷	-0.4139	-0.3214	-0.2291
95年ダミー	0.0495	0.1372	0.2408
96年ダミー	0.2777	0.3713	0.4798
97年ダミー	-0.0140	0.0676	0.1494
98年ダミー	-0.1563	-0.0688	0.0247
定数項	-4.4213	-4.2061	-4.0302
γ	-0.0339	-0.0273	-0.0206
人工呼吸器 使用日数	21.1618	25.0249	31.0615

表4 2週間未満の心呼吸器疾患を除いた標本における推定結果

	95%信頼区 間下限	中央値	95%信頼区 間上限
年齢	0.0107	0.0127	0.0151
女性	-0.0900	0.0108	0.1155
悪性腫瘍	0.7509	0.9397	1.1480
心疾患	-0.6653	-0.4685	-0.3041
脳卒中	0.6202	0.8350	1.0611
呼吸器疾患	-1.6292	-1.4551	-1.3080
消化器疾患	0.9180	1.1708	1.4033
腎臓疾患	0.5374	0.9243	1.2571
外傷	-0.3525	-0.0677	0.2079
95年ダミー	0.1230	0.3424	0.5630
96年ダミー	0.1067	0.3331	0.5683
97年ダミー	-0.1563	0.0559	0.2846
98年ダミー	-0.1788	0.0373	0.2758
定数項	-5.8316	-5.4609	-5.1314
γ	-0.0061	-0.0043	-0.0029
人工呼吸器 使用日数	85.1692	104.3518	124.5945

表5 right censoring 標本を complete 標本とみなした場合の推定結果 (全標本)

	95%信頼区 間下限	中央値	95%信頼区 間上限
年齢	0.0019	0.0022	0.0026
女性	-0.0496	-0.0290	-0.0077
悪性腫瘍	0.4979	0.5245	0.5537
心疾患	0.5380	0.5690	0.6011
脳卒中	0.2906	0.3296	0.3695
呼吸器疾患	-0.2236	-0.2021	-0.1807
消化器疾患	0.6449	0.6874	0.7204
腎臓疾患	0.4237	0.4961	0.5596
外傷	0.2159	0.2677	0.3117
95年ダミー	0.0705	0.1101	0.1533
96年ダミー	-0.0200	0.0240	0.0690
97年ダミー	-0.1083	-0.0704	-0.0300
98年ダミー	0.0311	0.0694	0.1108
定数項	-2.5228	-2.4626	-2.4095
γ	-0.0565	-0.0540	-0.0513
人工呼吸器 使用日数	10.0690	10.3960	10.7748

表6 right censoring 標本を complete 標本とみなした場合の推定結果 (心呼吸器疾患除く)

	95%信頼区 間下限	中央値	95%信頼区 間上限
年齢	0.0016	0.0020	0.0024
女性	0.0066	0.0322	0.0559
悪性腫瘍	0.5048	0.5311	0.5598
脳卒中	0.3203	0.3620	0.4036
消化器疾患	0.6257	0.6721	0.7112
腎臓疾患	0.4208	0.4913	0.5553
外傷	0.2211	0.2714	0.3244
95年ダミー	0.2026	0.2431	0.2862
96年ダミー	0.1015	0.1518	0.1982
97年ダミー	-0.0413	-0.0021	0.0416
98年ダミー	0.0339	0.0738	0.1160
定数項	-2.6484	-2.5825	-2.5169
γ	-0.0591	-0.0558	-0.0523
人工呼吸器 使用日数	9.7919	10.1714	10.6232

表7 right censoring 標本を complete 標本とみなした場合の推定結果 (2週間未満の心呼吸器疾患除く)

	95%信頼区 間下限	中央値	95%信頼区 間上限
年齢	0.0027	0.0032	0.0038
女性	-0.0245	0.0053	0.0356
悪性腫瘍	0.5441	0.5889	0.6299
心疾患	-0.4741	-0.3997	-0.3309
脳卒中	0.3112	0.3690	0.4252
呼吸器疾患	-1.2930	-1.2492	-1.2049
消化器疾患	0.7032	0.7618	0.8129
腎臓疾患	0.4580	0.5638	0.6527
外傷	0.2644	0.3399	0.4094
95年ダミー	0.1832	0.2383	0.3011
96年ダミー	0.0330	0.0949	0.1601
97年ダミー	-0.0823	-0.0252	0.0348
98年ダミー	0.0141	0.0711	0.1330
定数項	-2.9665	-2.8687	-2.7752
γ	-0.0372	-0.0335	-0.0300
人工呼吸器 使用日数	14.5446	15.5448	16.6290

たない症例を除いている。これは使用期間2週間以上のものは短いものに比べて改善することが少なくより末期医療の色彩が強いことが予想される

ためである。表中の各数値は死亡確率に与える影響であり、正であれば死亡確率を高める要因、負であれば低める要因であることを意味している。

表2から4で共通しているのは、高齢なほど死

亡確率が高まり、悪性腫瘍、脳卒中、消化器疾患、腎臓疾患ではその他の疾患よりも死亡確率が高く、1994年と比べて1995年の方が死亡確率が高い。一方、女性の方が（表2除く）、呼吸器疾患（表3除く）、外傷（表4除く）、ではその他の疾患よりも死亡確率が低い。

各表の一番下の日数はこの標本における平均人工呼吸器使用日数とその信頼区間である。例えば、表2のデータと推定方法における平均では約26日使用している。

また、表5から7で共通しているのは、高齢ほど死亡確率が高まり、悪性腫瘍、脳卒中、消化器疾患、腎臓疾患、外傷ではその他の疾患よりも死亡確率が高い。この結果の中で外傷以外は表1から3までの結果つまり情報が完全な場合と同じ結果である。さらに1994年と比べて1995年、1998年の方が死亡確率が高い。1996年については表6、7で死亡確率が高くなっている。一方、呼吸器疾患（表3除く）ではその他の疾患よりも死亡確率が低い。以上の結果は right censoring 標本の定義に従った場合の推定結果（表2から4）と大きな変化はないため right censoring 標本を complete 標本に含めることは結果を大きく変えないことがわかる。

次に、人工呼吸器使用の医療費に与える影響を検討する。その為に、次のような簡単な線形モデルを推定する。被説明変数にその1か月間の医療費（単位は診療報酬点数）を用い、説明変数に年齢、性別の他、人工呼吸器使用日数（とその二次項）、人工呼吸器使用以前の期間（とその二次項）、4種類の標本の区分ダミー変数、疾病ダミー、都道府県ダミーと年ダミーを加える。また、left censoring されている標本は、人工呼吸器使用日数が正確にはわからないので、それらをのぞいたものとのぞかないもの、つまり当月に人工呼吸器の使用を開始したことがわかっている標本とわからない標本、また right censoring 標本を complete 標本とみなした場合とみなさなかった場合、以上四つのサブサンプルについて推定を行う。推定結果は表8から11にそれぞれまとめられている。各表の左側二列には、説明変数に人工呼吸器使用日数と人工呼吸器使用以前の期間それぞれの二次項を含まないモデルの推定結果、右側二列にはそれぞれの二次項を含む推定結果を示している。これ

表8 医療費に関する推定結果（全標本）

	期間（日数） ² 含まず		期間（日数） ² 含む	
	推定値	確率値	推定値	確率値
年齢	-43.01931	0.517	-34.65806	0.599
女性ダミー	-4221.343	0.172	-4305.38	0.160
悪性腫瘍	28699.59	0.000	29077.72	0.000
心疾患	9190.931	0.054	8923.627	0.059
脳卒中	12032.66	0.059	11357.3	0.072
神経疾患	-15953.67	0.016	-15448.17	0.018
呼吸器疾患	-14381.57	0.004	-14027.17	0.004
消化器疾患	12568.42	0.108	12857.11	0.097
腎臓疾患	1753.253	0.861	2000.792	0.841
外傷	41898.79	0.000	43478.99	0.000
人工呼吸器 以前期間	2589.682	0.000	2509.329	0.000
人工呼吸器 以前期間 ²			1.489588	0.950
人工呼吸器 使用日数	3392.582	0.000	5392.618	0.000
人工呼吸器 使用日数 ²			-79.56843	0.004
complete ダミー	35557.74	0.000	16483.08	0.097
right cen- soring ダ ミー	59178.95	0.000	38660.85	0.000
left cen- soring ダ ミー	31840.46	0.000	11895.59	0.230
95年ダミー	12692.71	0.009	12241.86	0.011
96年ダミー	6814.946	0.158	5997.579	0.210
97年ダミー	4189.481	0.387	4034.306	0.401
98年タミー	12515.18	0.011	12138.18	0.013
定数項	-11824.12	0.357	3041.968	0.819

Note：説明変数には、都道府県ダミーが含まれている。すべての場合で、定数項を除いてすべての係数が0であるとする帰無仮説は10%有意水準で棄却される。

は医療費が入院期間に対して必ずしも線形に増加しないためである。表中のそれぞれの数値は各変数の医療費に関する影響を表しており、数値が正の場合は医療費が増大する方向に、負の場合は医療費が減少する方向に影響することを示している。ここでは人工呼吸器使用日数の与える影響を分析することが目的なのでその他の係数に関する説明は割愛する。

表8から11をみると、二次項を含まない推定ではそれぞれのサブサンプルで人工呼吸器使用日数の係数の推定値は3,021～3,937である。1点が10円であること、線形モデルで推定していることを

表9 医療費に関する推定結果（月内に人工呼吸器使用を開始した標本）

	期間（日数） ² 含まず		期間（日数） ² 含む	
	推定値	確率値	推定値	確率値
年齢	-90.11519	0.454	-84.21602	0.482
女性ダミー	-5903.075	0.265	-5522.548	0.295
悪性腫瘍	32872.23	0.000	33694.05	0.000
心疾患	31391.03	0.000	29831.52	0.000
脳卒中	29427.97	0.007	29165.9	0.007
神経疾患	-24458.47	0.080	-25773.23	0.064
呼吸器疾患	-15365.46	0.081	-16126.91	0.066
消化器疾患	27068.69	0.028	26879.59	0.029
腎臓疾患	8031.183	0.628	8575.053	0.604
外傷	75773.35	0.000	74039.31	0.000
人工呼吸器以前期間	3107.016	0.000	3441.815	0.001
人工呼吸器以前期間 ²			-13.41511	0.693
人工呼吸器使用日数	3309.458	0.000	5345.924	0.000
人工呼吸器使用日数 ²			-79.95214	0.071
completeダミー	-25662.81	0.000	-24144.61	0.000
95年ダミー	31040.53	0.000	31424.57	0.000
96年ダミー	15847.57	0.062	15488.16	0.067
97年ダミー	8020.981	0.340	9126.483	0.276
98年ダミー	22745.98	0.007	22975.86	0.006
定数項	34068.15	0.066	25882.34	0.177

Note：説明変数には、都道府県ダミーが含まれている。すべての場合で、定数項を除いてすべての係数が0であるとする帰無仮説は10%有意水準で棄却される。

考えれば、限界的には人工呼吸器使用1日当たり3～4万円の医療費がかかっていることになる。二次項を入れた推定からは、32～33日で費用が最大化することがわかる。このデータは1か月のデータであるので期間中医療費は単調に増加することになる。しかし、もし1か月以上のデータを追うことが可能であれば、最大化日数はより増大する恐れが強い。最大時の人工呼吸器使用に関わる医療費は、人工呼吸器使用日数に31日を代入して医療費の期待値を求めるとそれぞれのサブサンプルでは89～104万円になる。これは人工呼吸器使用1日当たり2.7～3.2万円に相当する。なお、以下では二次項を含まない推定で得られた人工呼吸器使用1日当たり3～4万円を基準として以下の分析を行う。

表10 医療費に関する推定結果（right censoring 標本を complete 標本とした場合）

	期間（日数） ² 含まず		期間（日数） ² 含む	
	推定値	確率値	推定値	確率値
年齢	-66.61245	0.322	-51.18036	0.435
女性ダミー	-3823.018	0.222	-3679.057	0.227
悪性腫瘍	26846.07	0.000	27010.39	0.000
心疾患	7792.071	0.107	7113.985	0.131
脳卒中	11200.94	0.083	10027.19	0.111
神経疾患	-16328.77	0.015	-15319.12	0.019
呼吸器疾患	-15072.99	0.003	-14334.62	0.003
消化器疾患	8507.425	0.282	8530.705	0.268
腎臓疾患	3723.69	0.714	4347.627	0.661
外傷	43882.98	0.000	44154.71	0.000
人工呼吸器以前期間	3021.911	0.000	2992.101	0.000
人工呼吸器以前期間 ²			-2.890097	0.903
人工呼吸器使用日数	3883.118	0.000	6244.43	0.000
人工呼吸器使用日数 ²			-96.35195	0.000
completeダミー	56908.86	0.000	31110.15	0.001
left censoringダミー	44337.35	0.000	18605.29	0.057
95年ダミー	13514.79	0.006	12261.01	0.010
96年ダミー	7751.038	0.113	6116.299	0.199
97年ダミー	5352.354	0.276	4589.731	0.337
98年ダミー	13834.24	0.006	12658.99	0.009
定数項	-26188.84	0.040	-6461.712	0.621

Note：説明変数には、都道府県ダミーが含まれている。すべての場合で、定数項を除いてすべての係数が0であるとする帰無仮説は10%有意水準で棄却される。

以上の人工呼吸器使用日数の分析と、医療費の分析から、人工呼吸器使用全体にかかる費用の期待値を求めることができる。

その規模は、表2から7でそれぞれのサブサンプルに対して行った人工呼吸器使用日数の推定結果の中央値（10～104）、1日当たり費用（3～4万円）と1か月間の人工呼吸器使用症例数（right censoring 標本1,027人＋complete 標本1,728人の合計2,755人）これら三つを掛け合わせたものの12倍であり、計算の結果100～1400億円に相当する。

また、平成9年度の社会医療診療行為別調査では標本抽出率で補正すると16.4兆円の医療費をカバーしている。これは同じ年の国民医療費全体

表11 医療費に関する推定結果（月内に人工呼吸器使用を開始した標本に限定し，right censoring 標本を complete 標本とした場合）

	期間（日数） ² 含まず		期間（日数） ² 含む	
	推定値	確率値	推定値	確率値
年齢	-128.4606	0.294	-118.0782	0.329
女性ダミー	-5334.059	0.322	-5023.779	0.345
悪性腫瘍	30406.35	0.001	31461	0.000
心疾患	29436.14	0.000	26500.28	0.001
脳卒中	28802.82	0.009	28256.24	0.010
神経疾患	-23681.34	0.095	-25239.91	0.072
呼吸器疾患	-16434.19	0.067	-17415.88	0.049
消化器疾患	23967.55	0.057	23509.12	0.058
腎臓疾患	11105.53	0.510	11478.65	0.491
外傷	82828.78	0.000	79799.02	0.000
人工呼吸器以前期間	3624.579	0.000	4089.54	0.000
人工呼吸器以前期間 ²			-21.15432	0.537
人工呼吸器使用日数	3937.205	0.000	6392.48	0.000
人工呼吸器使用日数 ²			-98.58783	0.027
95年ダミー	32139.07	0.000	31921.22	0.000
96年ダミー	17694.28	0.041	16820.22	0.049
97年ダミー	9415.688	0.272	10289.66	0.224
98年ダミー	25906.02	0.003	25794.78	0.002
定数項	16825.61	0.355	8494.284	0.648

Note：説明変数には，都道府県ダミーが含まれている。すべての場合で，定数項を除いてすべての係数が0であるとする帰無仮説は10%有意水準で棄却される。

29.1兆円の約半分（56%）をカバーしている。したがって，社会医療診療行為別調査に含まれていない患者との質的な差を無視すると，日本全体で人工呼吸器使用による医療費は，上の100～1,400億円を0.56で除した180～2,500億円に相当する。これは，風邪における自己負担率を1割増加させた場合の医療費削減効果である430億円⁵⁾の0.4～5.7倍に過ぎず，軽医療全体での自己負担増加による医療費削減効果よりも低い，もしくは同程度であると推測される。したがって，人工呼吸器の使用の医療費全体に占める割合はそれほど大きくないといえよう。

Ⅳ 考 察

本稿では全国のレセプトデータから標本抽出さ

れて作成された社会医療診療行為別調査の個票を用いて，人工呼吸器使用の日数を Gompertz モデルを用いて推定し，国民医療費に対する影響について簡単な計算を行った。しかし，得られた結論を解釈するにあたって留意しなければならないのは，生存分析を援用したため人工呼吸器から離脱するときを死亡したときであるという仮定を行っていることである。したがってここで検討された人工呼吸器使用は，実際の人工呼吸器使用の一部しか分析されていない。また，死亡したものと仮定された症例での人工呼吸器の使用という意味で，本稿で分析した人工呼吸器使用を終末期医療の一部であるとも考えることもできよう。しかしこれは終末期医療と考えられる医療全体にとってごく一部であり，まさに終末期医療のさらに最終的な段階であることである。したがって，もし終末期医療全体を議論するのであれば，本稿の手法をさらに拡張して，特定の医療行為における存命率を考慮しながら積み上げていく作業が必要であろう。しかしながら問題は非常にデリケートであるので，無制限な拡張は慎むべきであり，医学的，経済学的，統計学的に妥当な推論を重ねる必要がある。本稿での研究の貢献はレセプトデータからも，プロスペクティブな分析が可能であることを示したことであり，その方向性は今後とも維持されるべきであろう。

さて，終末期医療における医療費の負担に関する問題であるが，本質的な問題の所在は，日本の場合強制的な皆保険であり，事前的に予測される蘇生確率に応じて医療費の自己負担が求められるわけではなく，自己負担が必要な範囲を超えた場合はその蘇生処置に関して無料で需要できる点にある。高額な医療費の場合は一度患者が支払った後で後日償還されるが，こうした一時的な支払いが患者行動を変化させないとすれば，現在の保険制度の元では経済学的には，医療の過剰消費，もしくはモラルハザードを引き起こし，社会的な厚生を低下させる^{6,7)}。対して，例えばアメリカのような民間医療保険あるいは全額自己負担で終末期医療が需要されるのであれば，そこには社会的な問題は生じない。ひるがえって強制的皆保険の下では，最適な水準をはるかに越えて需要され，また医療提供側も出来高払いであるので，それを拒絶するインセンティブが存在しない。患者もし

くは家族が死を受け入れる準備は、必要な行為であることは疑いが無いが、それを社会（公的医療保険）が負担すべき性質であるかどうかは議論の余地がある。

このような状況において理想的には、臨床研究などのエビデンスに基づいて事前的に期待される、蘇生確率（あるいはQALYつまり quality adjusted life years）に応じた自己負担を求めることが望ましい。あるいは費用効果的でない治療を拒否する権利を患者（家族）に与え、その治療を選択しなかった場合には医療保険が報奨を与える制度の有効性も議論されている⁸⁾。無論、不確実性をゼロにすることは不可能であるが、費用効果分析を含んだ臨床研究の蓄積を行うことは医療資源の効率的な配分のために不可欠であろう。

他方において、本稿のようなレセプトデータの分析は自ずと限界がある。より実地的な政策立案のためには、広範なカルテに基づいた医学的な情報収集が必要であり、そこから事前的な生存確率、あるいは理想的にはQALYの分布を知る必要がある。そうした情報に基づいて、はじめて信頼に足る終末期における医療保険制度、診療報酬制度を議論、設計することが可能となる。このように医療経済学は、制度の理論的な設計から、アウトカム尺度の設計、情報の解析、政策の評価まで行うことができ、医学的な研究と補完しながら

医療政策立案の根幹を成すべきであるといえよう。

本稿は経済企画庁（当時）「ミレニアム・プロジェクト（新しい千年紀プロジェクト）」における少子高齢化社会の制度改革研究会（主査：橋本俊詔京都大学教授）の研究成果の一環である。同研究会のメンバーの活発な議論に感謝する。

（受付 2001. 5.31）
（採用 2002. 2.21）

文 献

- 1) Lee E. T. *Statistical Methods for Survival Analysis*. John Wiley & Sons. 1992.
- 2) Cox D. Regression Model and Life Tables. *Journal of the Royal Statistical Society Series B*, 1972; 187-220.
- 3) Klein J. P., M. L. Moeschberger. *Survival Analysis: Techniques for Censored and Truncated Data*, Springer. 1997.
- 4) Efron B. Tibshirani R. An introduction to the bootstrap, Chapman & hall/CRC, 1998.
- 5) 井伊雅子, 大日康史. 風邪における医療サービスと大衆医薬の代替性に関する研究—独自アンケートに基づく分析—, 医療と社会 1999; 9: 69-81.
- 6) 漆 博雄. 医療経済学, 東大出版会, 1998.
- 7) 井伊雅子, 大日康史. 医療サービス需要の経済分析. 日本経済新聞社. 2002.
- 8) Byne M. M., P. Thompson (2000). Death and dignity terminal illness and the market for non-treatment. *Journal of Public Economics* 2000; 76: 263-294.

AN ANALYSIS OF THE LENGTH AND COSTS OF RESPIRATOR USE WITH OBSERVATIONAL DATA BASED ON MEDICAL RECORDS

Rei WATANABE* and Yasushi OHKUSA^{2*}

Key words : National survey of medical care and treatment, Respirator use, Gompertz model, Censoring, Bootstrapping

Objective This paper documents an analysis of the impact of respirator use on medical expenses with observational data based on medical records from all over Japan.

Method The data set included records of medical procedures during a single month, but not for procedures and information extending over plural months. Accordingly, censoring was an important problem. To overcome this, samples are classified into four groups; complete, right censoring, left censoring and both censoring ones using length of respirator use and hospital stay. Then, the Gompertz model was applied to calculate the expected length of respirator use. Simultaneously, medical expenses for respirator use were also estimated.

Results The estimated expected length of respirator use was from 10 to 104 days, with expected medical expenses per case of from 30,000 to 40,000 yen and the number of respirator usages on aggregate of 5510.

Conclusions This means the impact of respirator use on medical expenses is from 18 to 250 billion yen per year.

* Graduate School of Economics, Kyoto University

^{2*} Institution of Social and Economic Research, Osaka University