

救急医療体制と幼児死亡率に関する一考察*

宮 里 尚 三

1 はじめに

本稿ではこれまであまり分析が行われてこなかった、幼児死亡率と救急医療体制との関係について考察を深める。わが国は皆保険制度の整備や病院へのフリーアクセスなど医療の供給体制については、先進国の中でも充実している部類に入るといえよう。それらの整備もあり我が国の平均寿命は世界的に最も高い国となっている。また、年齢別の死亡率を見ても、ほとんどの年齢において死亡率は低い。しかしながら田中他(2004)によると、1歳から5歳までの年齢に関してはOECD諸国の平均値を上回る死亡率の高さとなっている。その原因については医学的な分析が重要であることはいうまでもないが、経済学的な分析も同様に重要である。というのも、厚生労働省の『人口動態調査』によれば5歳未満の死因の第1位は「不慮の事故」である。不慮の事故の場合、至急医療的な手当てを施すことにより助かる可能性もあるが、わが国の場合、救急医療体制の整備がそれほど進んでおらず、救急病院へのアクセスがあまり良好ではないと言われている。そのことが幼児の高い死亡率につながっているのではないかと考えられている。本稿では、市区町村レベルのデータを用いて幼児死亡率と救急医療体制、特に救急救命センターまでの距離との関係について考察を深める。

ここで幼児死亡率に関する経済学的な先行研究は Grossman and Jacobowitz (1981), Rosenzweig and Schultz (1983), Currie and Grogger(2002)などが挙げられる。しかしながら、それらの研究は0歳児といった新生児や出生前の胎児の健康状態と医療との関係を分析したものであり、例えば1歳から5歳未満といった幼児の健康と医療の関係についての分析は行っていない。一方、Hanaoka and Ogura (2012)では日本における都道府県データを用いて幼児の死亡と医療供給体制について分析を行っており、幼児の健康状態と医療についての数少ない貴重な研究となっている。先ほども述べたようにわが国の死亡率は多くの年齢階級において先進国の中で低い値であるにも関わらず、幼児の死亡率に関しては平均より高いものとなっており、幼児の死亡に関する分析は重要な視点といえる。その他、Currie and Hotz (2004)では意図しない子供の怪我に対する育児に関する規制の影響について分析している。また、新生児や幼児の分析ではないが、空間的・時間的な観点から患者の受診行動に着目し医療機関選択の分析したものに、関田・藤咲・太田・横山(1983)、知野(1994)、吉岡・鈴木・渡邊・岡崎(1996)、泉田(2000)、塚原(2002)、野口(2010)などがある。本稿ではそれらの先行研究を踏まながら、これまでの先行研究では分析が行われていなかった救急救命センターまでの距離と幼児死亡率の関係について、市区町村レベルのデータを用い分析を行う。

本稿の構成は以下のとおりである。まず、2章においては、市区町村別の幼児死亡率をプロットし、グラフィカルな視点から分析を行う。次に3

* 本稿の執筆にあたり、小椋正立(法政大学)氏より有益なコメントやご助言を頂いた。それらの多くのコメントやご助言に心より感謝申し上げたい。ただし、本稿に残された多くの過誤は当然ながら著者の責任である。

章では市区町村レベルのデータを用いて計量的な分析を行う。最後に4章でまとめを行う。

2 救急救命センターへの距離と幼児死亡率の関係

ここでは、まず市区町村レベルの幼児死亡率のデータと救急救命センターの所在地についてプロットし、グラフィカルな視点から分析を行う。まず、データであるが幼児死亡率を算出するにあたり、厚生労働省『人口動態調査』の市区町村別の5歳階級別の死者数と総務省『国勢調査』の市区町村別の5歳階級別の人口を用いることにする。また両データとも2010年のデータを用いている。図1には東京都の市区町村別の0歳から4歳の死者数を同市区町村の0歳から4歳の人口で割って求めた0歳から4歳の幼児死亡率を図に示したものである¹⁾。ただし、ここでは小笠原諸島など東京の島嶼部については、東京23区や都下と地理的に離れているので、データとしては示しておらず、議論の対象から除くこととする²⁾。

離島を除いた東京都内で0歳から4歳の幼児死亡率が最も高いのは柏江市の0.1457%となっている³⁾。次いで高いのが日の出町の0.142%、次いで東大和市の0.1309%となっている。幼児死亡率が0.08%から0.12%に入る市区町村は港区、台東区、中野区、葛飾区、昭島市、東久留米市、多摩市となっている。一方、幼児死亡率が0.04%未満の市区町村は、千代田区、中央区、新宿区、墨田区、江東区、渋谷区、豊島区、北区、青梅市、小平市、

日野市、東村山市、国立市、福生市、西東京市、瑞穂町、檜原村、奥多摩町となっている。ただし、このうち千代田区、福生市、瑞穂町、檜原村、奥多摩町は0歳から4歳の死者数が0であった地区である⁴⁾。それ以外の市区町村は0.04%から0.08%の間に入っていることになる。図1を見る限り、東京都の幼児死亡率の特長としては、千代田区、中央区、新宿区、渋谷区といった都心部に近いところで死亡率が低くなる傾向がある。また、瑞穂町、檜原村、奥多摩町も幼児死亡率が低い地域であるが、ただ、その地域は0歳から4歳の人口が少ない地域でもある。その他、国立市と日野市、小平市と東村山市、西東京市といったところの地区で死亡率が低くなっている。それでは、このような0歳から4歳の幼児死亡率と救急病院の所在地との関係はどの様になっているのだろうか。それらの関係を見るために、図1の幼児死亡率に救急病院の位置をプロットしてみる。

0歳から4歳の幼児死亡率の市区町村別の図に救急救命センターの所在地をプロットしたのが図2である(救急救命センターの住所については参考表1を参照)。まず、東京都内には平成22年3月末で指定されている救急救命センターが25箇所ある。なお、救急救命センターとは生命の危機を伴う重症及び複数の診療科領域にわたる重篤な救急患者を、消防機関からの要請に基づいて受け入れている医療機関である。都内25箇所のうち文京区には日本医科大学付属病院、東京医科歯科大学医学部附属病院、東京大学医学部附属病院と3箇所と集まっている。また、新宿区も文京区と同様に東京女子医科大学病院、東京医科大学病院、独立行政法人国立国際医療研究センター病院の3箇所が集まっており、文京区、新宿に救急救命センターが多く所在していることが分かる。また、同一区内で複数の救急救命センターが所在してい

1) 0歳の死亡率に関しては、わが国の場合、先進国の中でも低い部類に入る。したがって、0歳の死亡率は除く方が望ましいが、今回はデータの制約で0歳の死亡も含めている。

2) なお、除いた市区町村は大島町、利島村、新島村、神津島村、三宅村、御蔵島村、八丈町、青ヶ島村、小笠原村である。

3) 離島を入れると0歳から4歳の幼児死亡率が最も高いのは小笠原村の0.5848%であり、次に高いのは八丈町の0.3058%である。ただし、それらの町村の0歳から4歳の死者数はそれぞれ1名づつである。

4) 大島村、利島村、新島村、神津島村、三宅村、御蔵島村、青ヶ島村も0歳から4歳の死者数が0となっており、0歳から4歳の幼児死亡率は0%ということになっている。

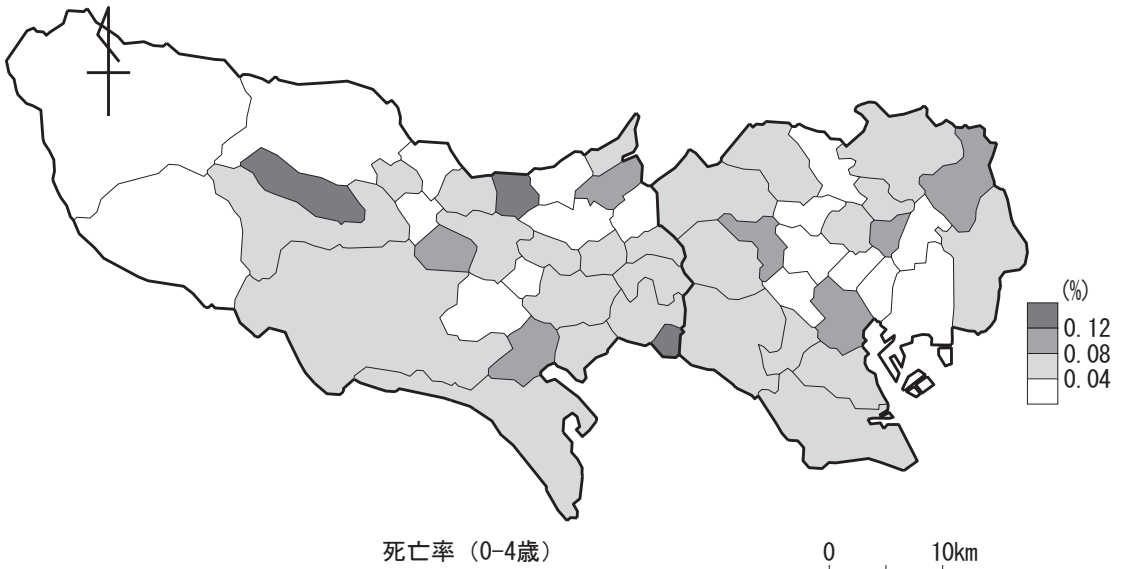


図1 東京都市区町村別の0歳から4歳の死亡率

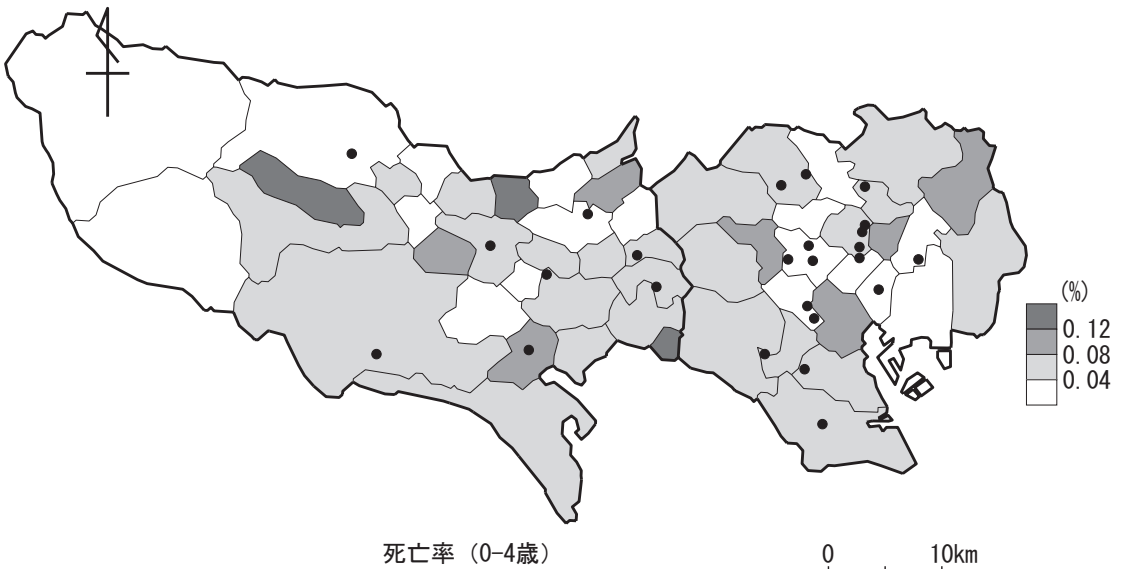


図2 東京都市区町村別の0歳から4歳の幼児死亡率と救急救命センターの所在地

るのは板橋区の帝京大学医学部付属病院と日本大学医学部附属板橋病院、渋谷区の都立広尾病院と日本赤十字社医療センターとなっている。救急救命センターが1箇所ある市区町村は、大田区、墨田区、千代田区、目黒区、品川区、中央区、荒川

区、三鷹市、八王子市、武蔵野市、多摩市、府中市、立川市、小平市、青梅市となっている。その他の市区町村には救急救命センターはないということになる。図による大まかな分析にはなるが、傾向としては文京区や渋谷区、新宿区と救急救命

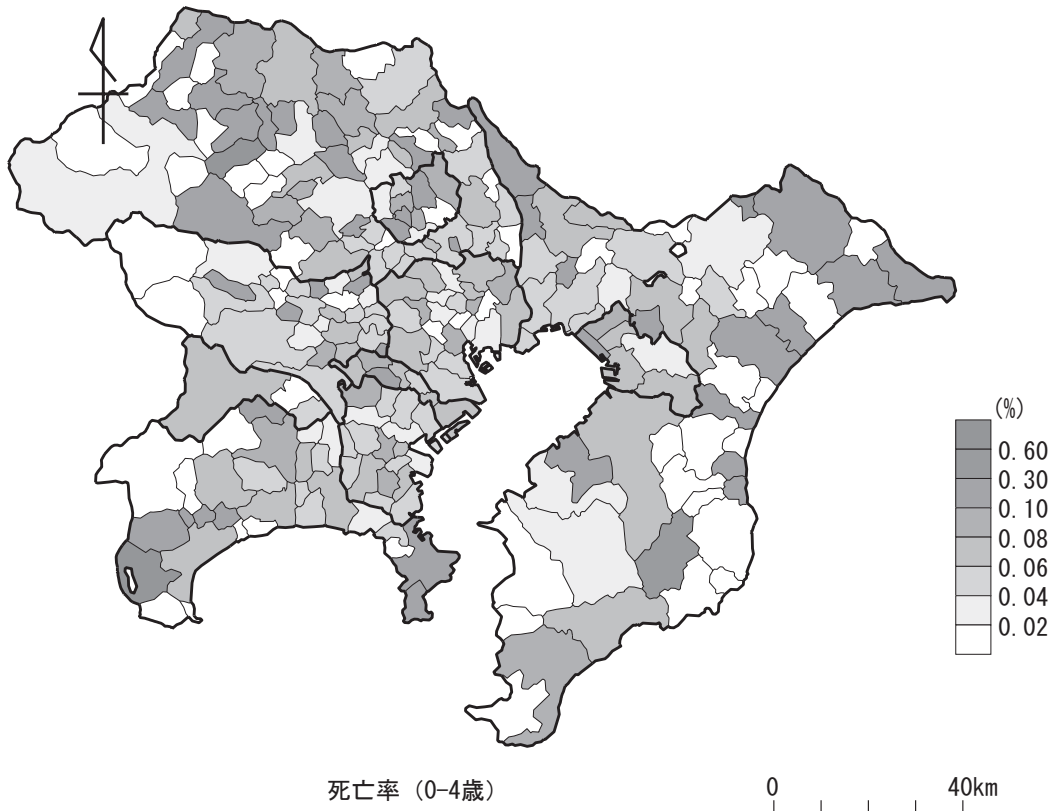


図3 埼玉県，千葉県，東京都，神奈川県の子どもの死亡率

センターが密集している都心部に近い区では幼児死亡率は低くなる傾向がある。また、小平市の公立昭和病院、府中市の都立多摩総合医療センター、立川市の国立病院機構災害医療センターと割と近い地域に救急救命センターが点在しているが、それら近隣の市区町村は比較的低い幼児死亡率となっている（ただし、近隣にある東大和市は高い幼児死亡率となっている）⁵⁾。しかしながら、救急救命センターに隣接していたり、救急救命センターがある地域でも割と高い幼児死亡率の地域もある。例えば、中野区や台東区、港区は隣接し

ている区に救急救命センターが複数所在しているにもかかわらず、比較的幼児死亡率が高くなっている。中野区や台東区は住宅地が密集し狭い路地なども多くある地区であることを考えると、単に救急救命センターへの直線距離ではなく車の通りやすさ等の道路状況が幼児死亡率に影響を与えている可能性もある。もちろん、より詳細な分析が必要ではあるが、図2からは救急救命センターとの距離に加え特に都心部においては救急救命センターまでの車の通りやすさ等の道路状況が幼児死亡率に影響を与えている可能性も示唆される。

救急救命センターは東京都内だけにあるわけではなく、東京都に隣接している埼玉県、千葉県、神奈川県にも所在している。そこで首都圏の埼玉、千葉、東京、神奈川の1都3県での幼児死亡率を見ることにする。それらの都県のデータを示した

⁵⁾ その他、檜原市や奥多摩市などは救急救命センターが近隣に密集しているというわけではないにもかかわらず低い幼児死亡率となっているが、両地域は幼児自体の数が少ないので、分析には注意を必要とする地区だと思われる。

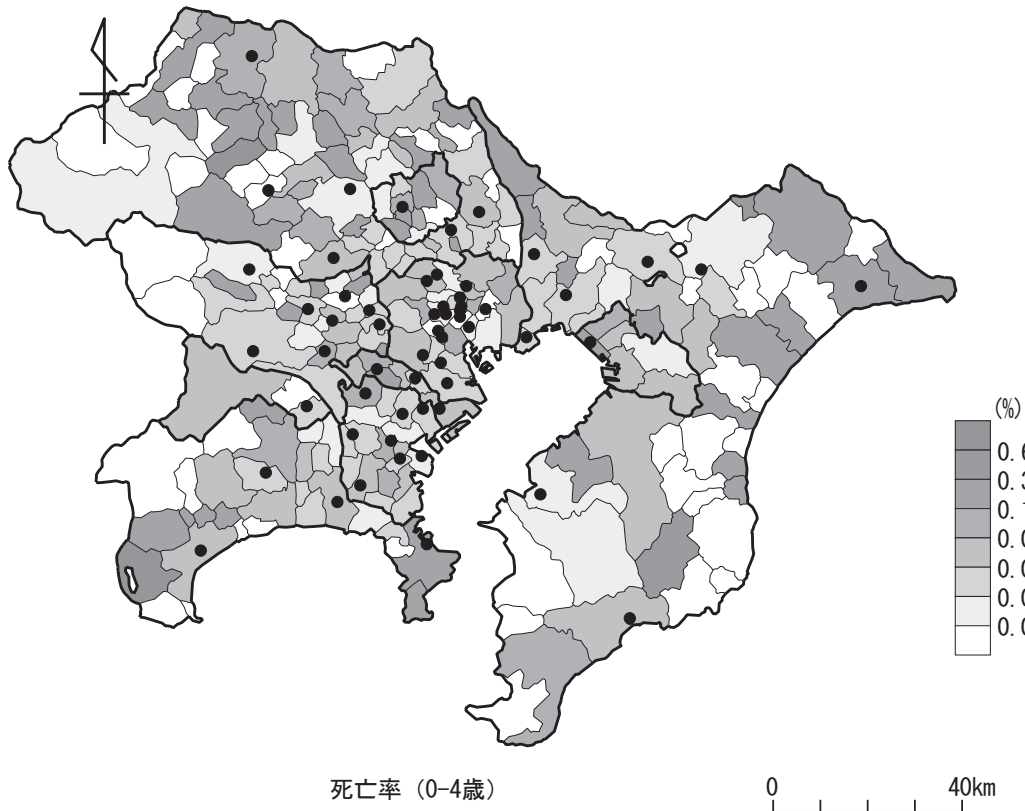


図4 埼玉県，千葉県，東京都，神奈川県の子供死亡率と救急救命センターの所在地

のが図3である。図3には先ほどと同じように市区町村レベルでの0歳から4歳の幼児死亡率のデータが示されている。それらの市区町村で幼児死亡率が高くなっているところは埼玉県ときがわ町の0.6803%、神奈川県箱根町の0.6515%である。また図から読み取れるのは埼玉県の北西部で幼児死亡率が比較的高い市町村が多くあることである。それらの地域には本庄市、寄居町、滑川町、嵐山町、小川町、ときがわ町、皆野町など幼児死亡率が0.1%以上の地域が多く点在している。また、神奈川県では箱根町周辺と三浦半島の横須賀市と三浦市でやや高い死亡率となる傾向が見て取れる。箱根町周辺には箱根町、南足柄市、開成町、大井町、中井町で0.1%以上の死亡率となっている。三浦半島では三浦市、横須賀市で0.1%以上の死亡率となっている。また、千葉県においては

死亡率の高い市区町村には千葉県東部に多く見られる傾向がある。千葉県東部の死亡率の高い市町村をあげると、銚子市、旭市、香取市、横芝光町、山武市、大網白里町、長生村、一宮町、大多喜町などが挙げられる。

それでは、埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県の子供死亡率と救急救命センターの所在地の関係はどうなっているのだろうか。それらの関係を見たのが図4である。図4には図3の市区町村別の死亡率に救急救命センターの所在地をプロットしたものである。埼玉県に7箇所、千葉県に9箇所、東京都に25箇所、神奈川県に16箇所、埼玉、千葉、東京、神奈川で計57箇所の救急救命センターがある（救急救命センターの住所については参考表1を参照）。救急救命センターの所在地の傾向としては、やは

り人口の多いそれぞれの都県の都市部に救急救命センターも多く所在する傾向にある。ただし、都市部より離れた所にもいくつか救急救命センターは設置されている。ここで、先ほどの0歳から4歳の幼児死亡率と救急救命センターの所在地の関係について考察してみる。上記の都県において、幼児死亡率が比較的高い市区町村が多くある地域は先ほど述べたように埼玉県西部、神奈川県箱根町周辺、三浦半島の横須賀市と三浦市、そして千葉県東部を挙げることができるだろう。それでは、それらの地域に救急救命センターがないかということではなく、埼玉県北西部には深谷市の深谷赤十字病院、神奈川県箱根町の近隣には小田原市の小田原私立病院、三浦半島には横須賀市の横須賀共済病院、千葉県の東部には旭市の国保旭中央病院がある。ただし、ここで注意しなければならないのは、救急救命センターの多くは必ずしも救急患者をすべて受け入れるわけではなく、施設やスタッフの人数等により受け入れを拒否することもある。その場合、他の救急救命センターに受け入れを要請しなければならないが、それらの地域は、最も近い救急救命センターで受け入れが困難な場合、他のセンターまで移動時間がかかってしまうことが容易に予想される。その為、最も近い救急救命センターの受け入れが困難な場合に次の救急救命センターまでの移動に時間を要する地域では幼児死亡率が高くなることが示唆される。

0歳から4歳の幼児死亡率と救急救命センターの所在地の関係について、まずは東京都のデータで検討し、次に埼玉、千葉、東京、神奈川のより広域な範囲で考察してみた。グラフィカルな分析であるが、ここまでの考察をまとめてみると、東京都のデータから、傾向としては文京区や渋谷区、新宿区と救急救命センターが密集している都心部に近い区では幼児死亡率は低くなる。しかしながら、中野区や台東区、港区は隣接している区に救急救命センターが複数所在しているにもかかわらず、比較的幼児死亡率が高くなっている。それら

の区は狭い路地や渋滞といった都市特有の交通環境が影響を与えていることも予想される。それゆえ、都市部における道路整備に関しては救急救命センターへのアクセス時間などを考慮することも重要かもしれない。一方、より広域の埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県市区町村別のデータからは、埼玉県の西北部、神奈川県箱根町周辺、三浦半島、そして千葉県の東部で高い幼児死亡率の市町村が多く見られた。それらの地域近辺には救急救命センターが所在しているが、複数は所在していない。救急救命センターではスタッフ等の制約により救急患者をすべて受け入れることは困難なため、それらの地域ではもっとも近い救急救命センターの受け入れが困難な場合、離れた救急救命センターに行く必要があり、移動時間がかかることが容易に想像される。しかしながら、それらの地域において例えば離れた救急救命センターへの移動の為に道路を整備したとしても大幅な移動時間の短縮が見込めなければ幼児死亡率に与える影響は限定的かもしれない。そのため、それらの地域には既存の救急救命センターのスタッフ数を拡充するといった医療機関側の対応が重要になってくるのではないと思われる。

3 簡単な計量分析

3.1 分析手法

前章では、市区町村別の死亡率と救急救命センターの所在地との関係をプロットした図を用いて視覚的ではあるが、幼児死亡率に対する救急救命センターの影響について考察を行った。しかしながら、やはり、計量的な手法を用いてより厳密に両者の関係を分析してみることは必要である。まず、分析の対象となる幼児死亡率は先ほど用いた、厚生労働省『人口動態調査』の市区町村別の5歳階級別の死亡者数と総務省『国勢調査』の市区町村別の5歳階級別の人口を用いる。厚生労働省『人口動態調査』の市区町村別0歳から4歳の死亡者数を総務省『国勢調査』の市区町村別0歳から4

歳の人口で割って幼児死亡率を算出し、その値を被説明変数に用いる。次に本稿の分析の主眼である、救急救命センターの幼児死亡率への影響であるが、本稿では市区町村別の地域データを用いるため、例えば個票データのような個別の患者の居住地と救急救命センターの距離という変数を作成するのが困難となる。そこで、本稿では地区町村の代表的な居住地として市区町村役場の住所と救急救命センターの住所を用いて、両者の距離を算出し、算出した値を説明変数として用いる。なお、両者の距離は2地点間の緯度と経度の情報から以下の式を用いて算出する⁶⁾。

$$D_{AB} = 2R \arcsin \left(\sqrt{ \left(\cos \left(\frac{b_1 + b_2}{2} \right) \sin \left(\frac{a_1 - a_2}{2} \right) \right)^2 + \left(\sin \left(\frac{b_1 - b_2}{2} \right) \cos \left(\frac{a_1 - a_2}{2} \right) \right)^2 } \right) \quad (1)$$

ここで、 D_{AB} は地点Aと地点Bの距離、 a_1 は地点Aの経度、 a_2 は地点Bの経度、 b_1 は地点Aの緯度、 b_2 は地点Bの緯度、 R は地球の半径である。本稿では地球の半径 R は 6370km とおくことにする。このように求めた、市区町村別の救急救命センターまでの距離 D_{AB} が市区町村別の幼児死亡率にどの程度、影響を与えているか分析を行う。まず、基本的な分析として以下の式を最小二乗法 (Ordinary Least Square) で推計を行う。

$$y_i = \alpha_0 + \alpha_1 D_{AB,i} + \alpha_2 x_{2,i} + \dots + \alpha_k x_{k,i} + \varepsilon_i \quad (2)$$

ここで、 y_i は0歳から4歳の市区町村別死亡率、 $D_{AB,i}$ は先の(1)で求めた市区町村別の市区町村役場を起点とした救急救命センターまでの距離、 x_2, \dots, x_k は市区町村別の属性を表す変数である⁷⁾。

本稿では市区町村別の属性を表す変数として総務省『社会・人口統計体系 市区町村基礎データ』にある、課税対象所得、そして、市区町村の歳出の一項目である民生費を用いることにする。市区町村別の属性に課税対象所得を用いる理由は次のとおりである。まず本稿での分析対象となる幼児死亡率の要因の多くは先にも述べたように不慮の事故によるものである。不慮の事故の起こる要因としては、交通事故や家庭における偶発的な事故などが考えられる。それらの事故は、親が十分に注意を払う、あるいは十分な安全対策を行う事で事故が起こるのを防げたり、死亡に至るまでにはいかなる事故に軽減できたりするかもしれない。それら親の注意や安全対策は親の所得が高いほど、手厚くなることが考えられる。そこで、本稿では親の注意や安全対策の変数として課税前所得を用いることにする。次に市区町村の歳出項目の民生費を用いる理由は次のとおりである。先ほど、親の注意や安全対策が幼児死亡率に影響を与える可能性を述べたが、それと同様に公的な安全対策も幼児死亡率に影響を与えることが考えられる。また、救急救命センター以外の医療機関の整備も幼児死亡率に影響を与えることが考えられる。歳出項目の民生費は各地方自治体の社会保障関連の歳出項目であり、本稿では公的な安全対策や医療体制の充足度の指標として民生費を用いることにする。

先に述べた分析では、まず最小二乗法を用いて分析を行うが、後に示すように幼児死亡率の分布は0の頻度が高い分布となっている。つまり幼児死亡率が0の市区町村が多く存在することを示しているが、幼児死亡率が0となる要因は大きく分けて二通り考えられる。一つ目は、そもそも子供がその市区町村に少なく、幼児死亡を招く事故が起こらなかったために幼児死亡率が0となるケースが考えられる。もう一つは、対象の市区町村に子供が一定程度いるが、救急救命センターの整備を含めた医療機関の充実、あるいは親の注意や安全対策で幼児死亡につながりうる事故が起こって

⁶⁾ 2地点間の距離の公式に関しては伊理・腰塚(1986)を参考にした。

⁷⁾ 救急救命センターの所在地については参考表1を参照。

も死亡までには至らなかったケースが考えられる。両者の区別は重要であるが、本稿で用いる厚生労働省『人口動態調査』のデータでは両者の区別は難しい。そこで本稿では、幼児死亡率が0のケースと幼児死亡率が正のケースを分けて推計を行うハードル・モデル (Hurdle model) を用いて分析を行う事にする。Mullahy (1986) により提示された Hurdle model (あるいは two-part model) を以下で簡単に説明する。まず、0の値は次の密度関数 $f_1(\cdot)$ によって決まるものとする。 $y=0$ となるのは $\Pr(y=0)=f_1(0)$ 、 $y>0$ となるのは $\Pr(y>0)=1-f_1(0)$ と表わせる。また、正の値は切断された分布を仮定し $f_2(y|y>0)=f_2(y)/\{1-f_2(0)\}$ で表わせるものとする。なお、確率の合計が1になるように $f_2(y|y>0)=f_2(y)/\{1-f_2(0)\}$ に $\Pr(y=0)$ をかける。それらをまとめると以下の推計モデルとして表わせる。

$$f(y)=\begin{cases} f_1(0) & \text{if } y=0, \\ \frac{1-f_1(0)}{1-f_2(0)} f_2(y) & \text{if } y \geq 1 \end{cases} \quad (3)$$

ハードル・モデルは二段階での意思決定を反映した分析に多く用いられている。例えば、一日あたりのタバコ量を分析するにあたり、first part は喫煙するかしないか、second part にどの程度のタバコを吸うのかといった分析を行う際に有益な推計モデルと言えよう。本稿での分析対象である幼児死亡率については二段階の意思決定とはやや異なるが、幼児死亡につながる事故が起こるか起こらないかの決定要因、幼児死亡につながる事故が起こったとして幼児死亡率を引き下げる要因、それらを分けて考えるのがデータ上望ましい為、ハードル・モデルの考え方を応用する。つまり、幼児死亡につながる事故が起こるか起こらないかの決定要因を first part、幼児死亡につながる事故が起こったとして幼児死亡率を引き下げる要因を second part として分析を行う。なお、ハー

ドル・モデルの推計では first part ではロジット分析を行い、second part ではゼロで切断されたポアソン・モデル (zero-truncated Poisson model) やゼロで切断された負の二項モデル (zero-truncated Negative Binominal model) が一般的には用いられる。しかしながら、後にも述べるとおり、今回用いるデータでは second part においてポアソン回帰分析や負の二項回帰分析を行うと上手く収束しなかった。そこで、今回は改善の策として、second part においては幼児死亡率が正のデータだけを用いて最小二乗法 (OLS) で分析することにする⁸⁾。

3.2 分析結果

推計結果の前に使用するデータの記述統計を見ることが出来る。本稿では市区町村別のデータを用いるが、今回は地域特性が比較的似ていると思われる東京都、埼玉県、千葉県、神奈川県⁹⁾の1都3県を対象を絞り分析を行うことにする。また、市区町村別の課税所得や民生費といったデータが2009年までしかない。一方、市区町村別の0歳から4歳の人口や死亡者数の5年ごとのデータしかなく、それら両方のデータをマッチングできる直近のデータは2005年のデータとなる。そこで、ここでは2005年のデータを用いて分析を行うことにする。また、今回の分析では東京都における島嶼部 (伊豆諸島と小笠原諸島)⁹⁾ は、救急医療センターへの救急搬送にはヘリを使う必要があり、他の市区町村と地域特性が異なることからサンプルから外すことにした。その他、市町村合併により市区町村役所が統合された市区町村に関しては今回の分析から外すことにした。

表1には用いる変数の説明が示されており、表

⁸⁾ 当然のことながら、second part を OLS で推計するのは、ハードル・モデル (Hurdle model) では一般的ではない。この点の修正は今後の課題としたい。

⁹⁾ 東京都島嶼部の自治体は大島町、利島村、新島村、神津島村、三宅村、御蔵島村、八丈町、青ヶ島村、小笠原村の2町7村である。

表 1 変数の説明

death04	市区町村別の 0 歳から 4 歳の死亡者数（人）
pop04	市区町村別の 0 歳から 4 歳の人口（人）
pop_all	市区町村別の総人口（人）
mortality04	市区町村別の 0 歳から 4 歳の死亡率
d_short1	最も近い救急医療センターまでの距離（km）
d_short2	2 番目に近い救急医療センターまでの距離（km）
d_short3	3 番目に近い救急医療センターまでの距離（km）
d_short4	4 番目に近い救急医療センターまでの距離（km）
d_short5	5 番目に近い救急医療センターまでの距離（km）
ave5_d	1 番目から 5 番目に近い救急医療センターまでの平均距離（km）
income	市区町村別の課税所得（千円）
income_per	市区町村別の 1 人当たり課税所得（千円）
expenditure_ss	市区町村別歳出項目における民生費（千円）
exp_ss_per	市区町村別歳出項目における 1 人当たり民生費（千円）

表 2 記述統計

変数名	観測値	平均	標準偏差	最小値	最大値
death04	239	4.359833	5.480697	0	33
pop04	232	6014.53	5939.574	49	32821
mortality04	232	0.000699	0.000766	0	0.007246
pop_all	239	139921.1	141547.4	2930	841165
d_short1	239	8.700001	7.682453	0.335082	36.38197
d_short2	239	14.75521	10.21114	1.280412	47.30846
d_short3	239	19.35759	13.43651	1.504097	72.18685
d_short4	239	22.80686	14.94627	1.609593	72.29436
d_short5	239	25.9853	15.95115	3.094644	81.68581
ave5_d	239	18.32099	11.88727	1.763153	58.77578
income	190	2.41E+08	3.04E+08	3020842	2.09E+09
income_per	190	1.59E+03	4.75E+02	827.0775	4.72E+03
expenditure_ss	198	1.32E+07	1.82E+07	249308	1.03E+08
exp_ss_per	198	86.71688	32.21477	44.96965	253.3238

2 には用いるデータの記述統計が示されている。2005 年における東京都、埼玉県、千葉県、神奈川県 の 1 都 3 県における 2005 年の 0 歳から 4 歳の平均死亡者数（death04）は 4.36 人であるのに対し、0 歳から 4 歳の平均人口数（pop04）は 6014.5 人となっている。また 0 歳から 4 歳の平均死亡率（mortality04）は 0.0699% となっている。なお、0 歳から 4 歳の死亡率の最大値は 0.7% となっている。ここで図 5 は市区町村別 0 歳から 4

歳の死亡率に関するヒストグラムを示している。図 5 から分かるように、0 歳から 4 歳の死亡率に関しては 0 となる市区町村が多く存在している。この死亡率が 0 となるケースは先に述べたように、そもそも幼児死亡につながる事故が起らなかったケースと、事故は起こったが救急医療センターなどの医療機関の充実により死亡を防げたケースが考えられる。しかし、データ上、両者の区別は難しい。その為、本稿では死亡率 0 と正の

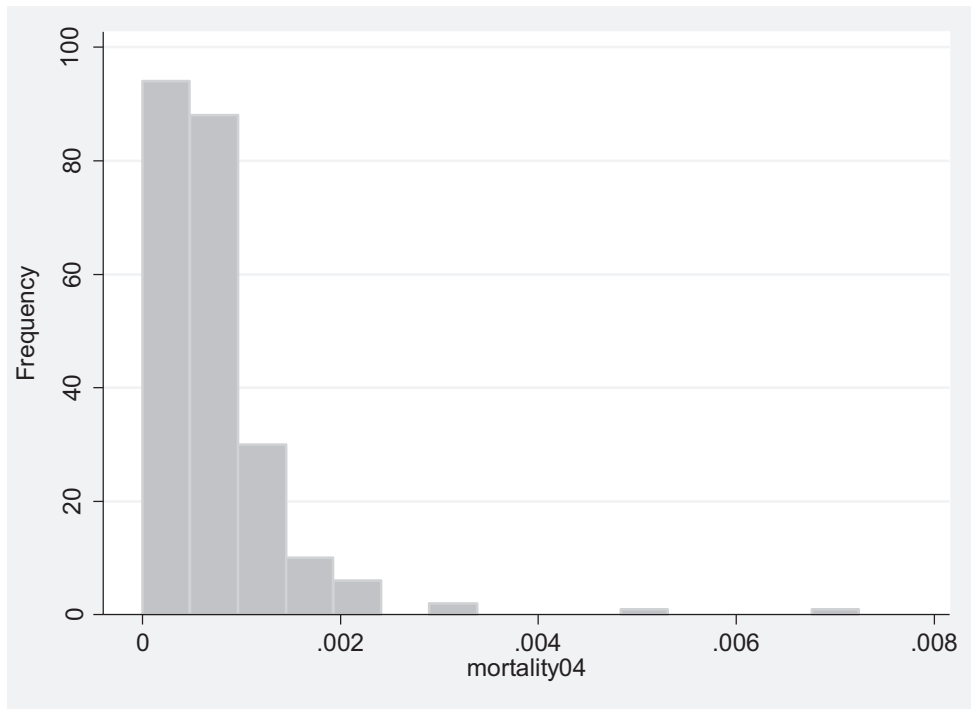


図5 市区町村別0歳から4歳の死亡率のヒストグラム

サンプルを同等に扱う分析と、死亡率0と正を分けて扱う分析の両方を行う事にする。次に、市区町村別総人口(pop_all)の平均は13,9921人となっている。次に各市区町村から救急救命センターまでの距離であるが、先にも述べたように各市区町村の代表的な居住地を市区町村役所の住所とし、そこから救急救命センターの所在地までの距離を求めている。また、救急救命センターは同一都県内の救急救命センターの距離を用いている。最も近い救急医療センターまでの距離(d_short1)の平均は8.7kmとなっている。なお、その値の最小値は0.335kmであるのに対し最大値は36.38kmとなっている。つまり、1都3県内においても、最も近い救急救命センターまでの距離が300m程度のところがある一方で、その距離が36km離れている所もあるということになる。なお、救急医療センターの利用は必ずしも最も近い救急医療センターを利用するわけではなく、受け入れ可能な所を利用する。その為、実際の回帰分析では最も

近い医療救急センターまでの距離に加えて、5番目までに近い医療救急センターまでの距離を平均した分析も行う¹⁰⁾。なお、5番目に近い救急医療センターまでの距離(d_short5)の平均値は約30kmとなっている。次に市区町村別の課税所得(income)については、平均が2410億円となっており、市区町村別支出項目の民生費(expenditure_ss)については平均132億円となっている。また、市区町村別の1人当たり課税所得(income_per)については、平均が159万円となっており、市区町村別支出項目の1人当たり民生費(exp_ss_per)については平均が8万6,717円となっている。

表3には(2)式の推計式に基づいた結果が示されている。まず、救急救命センターまでの距離について最も近い距離の変数(d_short1)を用い

10) 何番目に近い救急医療センターまでを分析対象にするかについては議論の余地がある。

表3 推計結果1

	モデルⅠ	モデルⅡ
d_short1	- 0.000021 **	
ave5_d	(0.00000876)	- 0.00000983 + (0.00000659)
income_per	- 8.4E - 08 (0.000000157)	- 7.8E - 08 (0.00000017)
exp_ss_per	- 0.00000151 (0.00000217)	- 0.00000133 (0.00000221)
_cons	0.0011554 *** (0.0002972)	0.0011261 *** (0.0003755)
Number of obs	190	190
F value	1.94	0.78
Prob > F	0.1241	0.5076
R - squared	0.0304	0.0124

注1：括弧内の数値は標準誤差を示している。

注2：***, **, *, +はそれぞれ1%有意水準, 5%有意水準, 10%有意水準, 15%有意水準で0と有意に異なるかを示している。

注3：_consは定数項を示している。

た分析がモデルⅠの結果である。まず、変数 d_short1 は5%有意水準で0と有意に異なる結果となっているが、符号はマイナスである。その為、最も近い救急救命センターまでの距離が短いほど、0歳から4歳の死亡率が高くなるという結果になっている。あるいは、最も近い救急救命センターまでの距離が長いと死亡率が低くなるという結果となっている。この結果は、救急医療体制の充実が幼児死亡率を引き下げるとする予想とは逆の結果になっている。その他、1人当たり課税所得 (income_per) や1人当たり民生費 (exp_ss_per) については有意とはなっていない。次に救急救命センターまでの距離を1番目から5番目に近い救急救命センターまでの平均距離 (ave5_d) を用いた推計がモデルⅡである。ave5_d については15%の有意水準まで考えると有意となるが、符号は先ほどと同じくマイナスとなっている。またモデルⅡではF値の値が低く、すべての変数が0と異ならないという帰無仮説を棄却できない。ここで、救急救命センターまでの距離に関しては、モデルⅠでもモデルⅡでも符号はマイナスと予想

とは逆の結果となっているが、その要因について考えてみる。その一つの要因として図4に示した救急救命センター所在地と市区町村の0歳から4歳の死亡率をプロットしたものから考えてみる。

図4をみると首都圏の1都3県をみても救急医療センターが多く集まっているのは、より人口の多い市区町村であることが読み取れる。一方、救急医療センターが少ないのは都市部周辺の人口の少ない市町村となっている。それら周辺の市町村には0歳から4歳の死亡率が比較的高い市町村がある一方で、死亡率が0となっている市町村も多くみられる。都市部周辺で0歳から4歳の死亡率が0となっている市町村には、人口が少なく幼児死亡の危険性のある事故がそもそも起こらなかった市町村が多く含まれていることが考えられる。もちろん、幼児死亡の危険性のある事故が起こったが迅速な処置により死亡を防げたケースもあると考えられるが、両者の区別はデータ上、難しい。そこで、本稿では死亡率0と死亡率が正のケースを分けて分析するハードル・モデル (Hurdle model) あるいは two part model の考え方を応

表4 推計結果2

	モデルⅢ	モデルⅣ
First part (Logit)		
d_short1	- 0.0870312 *** (0.0301338)	
ave5_d		- 0.0642318 ** (0.0256546)
income_per	0.0021805 (0.0009756)	0.0015678 (0.0011652)
exp_ss_per	0.0082243 (0.0085963)	0.0093381 (0.0091374)
_cons	- 1.774418 (1.7966)	- 0.4632557 (2.328107)
Number of obs	190	190
Chi2	45.29	42.55
Prob > Chi2	0	0
Pseudo R2	0.2153	0.2023
Second part (OLS)		
d_short1	0.00000617 (0.0000131)	
ave5_d		0.0000121 (0.00000866)
income_per	- 7.8E - 08 (0.000000173)	- 1.07E - 07 (0.000000181)
exp_ss_per	- 1.21E - 06 (0.00000261)	- 3.06E - 07 (0.00000262)
_cons	0.0012851 *** (0.0003353)	0.0009229 ** (0.0004162)
Number of obs	144	144
F value	1.39	1.98
Prob > F	0.2492	0.1194
R - squared	0.0289	0.0407

注1：括弧内の数値は標準誤差を示している。

注2：***, **, *, + はそれぞれ1%有意水準, 5%有意水準, 10%有意水準, 15%有意水準で0と有意に異なるかを示している。

注3：_cons は定数項を示している。

用して分析する。ただし、今回のデータでは second part をゼロで切断されたポアソン・モデル (zero-truncated Poisson model) やゼロで切断された負の二項モデル (zero-truncated Negative Binominal model) で推計を行うと収束しなかった。そこで、次善の策として、死亡率が正だけのサンプルについて最小二乗法 (OLS) を

用いて分析することにする。推計結果は表4のとおりである。まず、first part では0歳から4歳の死亡率が正の場合は1をとり0の場合は0となる質的データを被説明変数としロジット推計を行った。次に second part では先に述べたように死亡率が正のみのデータで最小二乗法 (OLS) を

用いて分析を行った¹¹⁾。なお、モデルⅢでは救急救命センターまでの距離について最も近い距離の変数（d_short1）を用いている。また、モデルⅣでは1番目から5番目に近い救急救命センターまでの平均距離（ave5_d）を用いている。その他の説明変数に関してはモデルⅠやモデルⅡと同じく1人当たり課税所得（income_per）と1人当たり民生費（exp_ss_per）を加えている。まず、first partでの結果は、救急救命センターまでの距離に関する変数は、モデルⅢ、モデルⅣ、それぞれ1%有意水準、5%有意水準で有意な変数となっているが、表3の結果と同じように符号についてはマイナスとなっている。一方、second partの結果ではモデルⅢ、モデルⅣとも救急救命センターまでの距離に関する変数の符号はプラスになっている。しかしながら、それらの変数は10%の有意水準でみても0と異なるという結果にはなっていない。表3と表4の結果から、今回のデータでは救急救命センターまでの距離が近ければ幼児死亡率が低くなるという予想は統計的には支持することはできない。したがって、現段階では救急救命センターの増設といった救急医療体制の充実が幼児死亡率の改善に結びつくとは言えない。

4 まとめ

本稿では幼児死亡率と救急救命センターの所在地の関係について考察を行った。まず、グラフィカルな考察では、救急救命センターが密集している都心部に近い区では幼児死亡率は低くなる傾向がある。しかしながら、中野区や台東区、港区は隣接している区に救急救命センターが複数所在しているにもかかわらず、比較的幼児死亡率が高く

なっていた。それらの区は狭い路地や渋滞といった都市特有の交通環境が影響を与えていることが予想されるため、都市部における道路整備に関しては救急救命センターへのアクセス時間などを考慮することも重要かもしれない。また、より広域の市区町村のデータからは、埼玉県西北部、神奈川県箱根町周辺、三浦半島、そして千葉県東部で高い幼児死亡率の市町村が多く見られた。それらの地域近辺には救急救命センターが所在しているが、複数は所在していない。それらの地域ではもっとも近い救急救命センターの受け入れが困難な場合、離れた救急救命センターに行く必要がある。しかしながら、それらの地域において離れた救急救命センターへの移動の為に、より道路を整備したとしても大幅な移動時間の短縮が見込めなければ幼児死亡率に与える影響は限定的だろう。そのため、それらの地域には既存の救急救命センターのスタッフ数を拡充するといった医療機関側の対応が重要になってくるかもしれない。

次に、計量的な分析手法を用いて分析を行った。グラフィカルな分析とは異なり、今回のデータでは救急救命センターまでの距離が近ければ幼児死亡率が低くなるという予想は統計的には支持されなかった。したがって、現段階では救急救命センターの増設といった救急医療体制の充実が幼児死亡率の改善に結びつくとは言えない。ただし、今回の推計では単純に救急救命センターまでの距離を直線距離で測ったが、都市部では入り組んだ道や交通渋滞などの影響で直線距離に比べてかなり搬送時間がかかるかもしれない。交通状況の影響については考慮されていない。そのため、直線距離ではなく道路を使った移動時間を用いる方が良いかもしれない。その他にもコントロールすべき変数が多くあるかもしれない。さらに、市区町村別の0歳から4歳の死亡率の分布は正規分布とはいえず、最小二乗法を適用することにも問題がある。それらの問題は今後改善する必要があり、今後の課題としたい。

¹¹⁾ なお、図5をみると市区町村別の0歳から4歳の死亡率の分布は最小二乗法的前提である正規分布を満たしているとは言えない。したがって、second partで最小二乗法を用いることは問題が多く、この点は今後改善したい。

参考文献

- 泉田信行 (2000) 「越境受診の分析」, 厚生化学研究費補助金 (政策科学推進研究事業) 「総覧点検データによる医療受給の決定要因の分析」分担研究報告書, pp.119-133.
- 伊理正夫監修・腰塚武志編 (1986) 『計算幾何学と地理情報処理』, 共立出版.
- 関田康慶・藤咲暉・太田拓男・横山保 (1983) 「患者訪行動の分析—大都市周辺都市のケーススタディ」, 『病院管理』 20 (2), pp.121-135.
- 田中哲郎・内山有子・石井博子・須藤紀子 (2004) 「わが国の小児の保健医療水準—先進国との死亡率の比較より—」, 『週刊日本医事新報』, 4208 号, pp.28-32.
- 知野哲朗 (1994) 「タイムコストと受診行動」, 『医療と社会』 4, pp.1-25.
- 塚原康博 (2002) 「入院外患者による大病院選択の規定要因: 「国民生活基礎調査」の個票データを用いた実証分析」, 『医療経済研究』 4, pp.5-16.
- 野口晴子 (2010) 「医療資源の偏在が受診行動範囲, 診療日数, 医療費に与える影響について - 国民健康保険レセプトデータに基づく実証的検証 -」, 『季刊社会保障研究』 46 (3), pp. 217-234.
- 吉岡恵美子・鈴木荘太郎・渡邊一平・岡崎勲 (1996) 「医療提供システムの策定に関する研究」『病院管理』 33 (1), pp.5-17.
- Currie, Janet and Grogger, Jeffrey (2002) “Medicaid expansions and welfare contractions: offsetting effects on prenatal care and infant health?.” *Journal of Health Economics* 21 (2), pp.313-335.
- Currie, Janet and Hotz, V. Joseph (2004) “Accidents will happen?: Unintentional childhood injuries and the effects of child care regulations.” *Journal of Health Economics* 23 (1), pp.25-59.
- Grossman, M. and Jacobowitz, S. (1981) “Variations in Infant Mortality Rates among Counties of the United States: The Roles of Public Policies and Programs.” *Demography* 18 (4), pp.695-713.
- Hanaoka, Chie and Seiritsu, Ogura. (2012) “The effect of hospital medical services on child mortality in Japan.” CIS Discussion paper series 549, Center for Intergenerational Studies, Institute of Economic Research, Hitotsubashi University.
- Mullahy, John. (1986) “Specification and testing in some modified count data models.” *Journal of Econometrics* 33, pp.341-365.
- Rosenzweig, Mark R. and Schultz, T. Paul (1983), “Estimating a household production function: heterogeneity, the demand for health inputs, and their effects on birth weight.” *Journal of Political Economy* 91 (5), pp.723-746.

参考表 1 救急救命センターの所在地

病院名	所在地
埼玉県	
さいたま赤十字病院	埼玉県さいたま市中央区上落合 8 丁目 3 - 33
埼玉医科大学総合医療センター	埼玉県川越市大字鴨田 1981
深谷赤十字病院	埼玉県深谷市上柴町西 5 丁目 8 - 1
防衛医科大学校病院	埼玉県所沢市並木 3 丁目 2
川口市立医療センター	埼玉県川口市大字西新井宿 180
獨協医科大学越谷病院	埼玉県越谷市南越谷 2 丁目 1 - 50
埼玉医科大学国際医療センター	埼玉県日高市大字山根 1397 - 1
千葉県	
千葉県救急医療センター	千葉県千葉市美浜区磯辺 3 丁目 32 - 1
総合病院 国保旭中央病院	千葉県旭市イ 1326
国保直営総合病院 君津中央病院	千葉県木更津市桜井 1010

亀田総合病院	千葉県鴨川市東町 929
国保松戸市立病院	千葉県松戸市上本郷 4005
成田赤十字病院	千葉県成田市飯田町 90 - 1
船橋市立医療センター	千葉県船橋市金杉 1 丁目 21 - 1
日本医科大学千葉北総病院	千葉県印西市鎌苅 1715
順天堂大学医学部附属浦安病院	千葉県浦安市富岡 2 丁目 1 - 1

東京都

日本医科大学付属病院	東京都文京区千駄木 1 - 1 - 5
東邦大学医療センター大森病院	東京都大田区大森西 6 - 11 - 1
杏林大学医学部付属病院	東京都三鷹市新川 6 - 20 - 2
東京医科大学八王子医療センター	東京都八王子市館町 1163
帝京大学医学部附属病院	東京都板橋区加賀 2 - 11 - 1
武蔵野赤十字病院	東京都武蔵野市境南町 1 - 26 - 1
日本医科大学多摩永山病院	東京都多摩市永山 1 - 7 - 1
都立広尾病院	東京都渋谷区恵比寿 2 - 34 - 10
都立墨東病院	東京都墨田区江東橋 4 - 23 - 15
東京女子医科大学病院	東京都新宿区河田町 8 - 1
都立多摩総合医療センター	東京都府中市武蔵台 2 - 8 - 29
駿河台日本大学病院	東京都千代田区神田駿河台 1 - 8 - 13
日本大学医学部附属板橋病院	東京都板橋区大谷口上町 30 - 1
国立病院機構東京医療センター	東京都目黒区東が丘 2 - 5 - 1
国立病院機構災害医療センター	東京都立川市緑町 3256
東京医科歯科大学医学部附属病院	東京都文京区湯島 1 - 5 - 45
東京医科大学病院	東京都新宿区西新宿 6 - 7 - 1
昭和大学病院	東京都品川区旗の台 1 - 5 - 8
聖路加国際病院	東京都中央区明石町 9 - 1
東京女子医科大学東医療センター	東京都荒川区西尾久 2 - 1 - 10
公立昭和病院	東京都小平市天神町 2 - 450
青梅市立総合病院	東京都青梅市東青梅 4 - 16 - 5
日本赤十字社医療センター	東京都渋谷区広尾 4 - 1 - 22
独立行政法人国立国際医療研究センター病院	東京都新宿区戸山 1 - 21 - 1
東京大学医学部附属病院	東京都文京区本郷 7 - 3 - 1

神奈川県

聖マリアンナ医科大学病院	神奈川県川崎市宮前区菅生 2 - 16 - 1
独立行政法人国立病院機構 横浜医療センター	神奈川県横浜市戸塚区原宿三丁目 60 番 2 号
北里大学病院	神奈川県相模原市南区北里 1 - 15 - 1
東海大学医学部付属病院	神奈川県伊勢原市下糟屋 143
昭和大学藤が丘病院	神奈川県横浜市青葉区藤が丘 1 丁目 30
聖マリアンナ医科大学横浜市西部病院	神奈川県横浜市旭区矢指町 1197 - 1
公立大学法人横浜市立大学附属市民総合医療センター	神奈川県横浜市南区浦舟町 4 丁目 57
国家公務員共済組合連合会 横須賀共済病院	神奈川県横須賀市米が浜通 1 丁目 16
川崎市立川崎病院	神奈川県川崎市川崎区新川通 12 - 1
日本医科大学武蔵小杉病院	神奈川県川崎市中原区小杉町 1 丁目 396
藤沢市民病院	神奈川県藤沢市藤沢 2 丁目 6 - 1
恩賜財団済生会横浜市東部病院	神奈川県横浜市鶴見区下末吉 3 丁目 6 - 1
横浜市立みなと赤十字病院	神奈川県横浜市中区新山下 3 丁目 12 - 1
小田原市立病院	神奈川県小田原市久野 46

横浜市立市民病院
独立行政法人労働者健康福祉機構横浜労災病院

神奈川県横浜市保土ヶ谷区岡沢町 56
神奈川県横浜市港北区小机町 3211 - 1

出所：日本救急医学会より