

# 医療機関間競争の実証分析：MRI のケース☆

法坂千代♥

別所俊一郎\*

This version: August 18, 2010

## 【要 旨】

日本は人口あたりでみて抜きん出て多くの MRI (核磁気共鳴撮影) スキャナを保有している。高額医療機器や技術は医療費増加の有力な要因のひとつとされている。そこで本稿では、日本における MRI スキャナの導入の決定要因を、とくに周囲の医療機器の状況に着目し、医療機関の個票を用いて分析する。本稿の貢献は、以下の 2 点にまとめられる。第 1 に、医療機関の立地場所、他の医療機関との地理的関係を明示的に扱っている点である。第 2 に、高額医療機器の導入の有無とその機種選定を検討している点である。第 3 に、2008 年時点で MRI スキャナを保有するほぼ全ての医療機関の個票を用いて MRI スキャナの導入の決定要因・利用状況を分析した点である。日本では MRI スキャナ保有施設の約 4 分の 1 が診療所であるにもかかわらず、これまであまり分析対象とはされなかったが、本稿では診療所のデータも用いている。本稿の結果は以下のようにまとめられよう。第 1 に、周囲の MRI スキャナの台数は MRI スキャナの新規導入に正の効果を与え、また、既存の高機能機種比率は高機能機種の導入に正の影響を与える。第 2 に、このような戦略的補完関係は、規模の大きい病院よりも規模の小さな診療所より明確に看取される。これらの結果は、高額医療機器の導入について医療機関が戦略的補完関係にあるという仮説と整合的である。第 3 に、MRI スキャナは豊かな地域のほうが導入されやすいし、豊かな地域のほうが高機能機種が導入されやすい。

キーワード：高額医療機器；MRI スキャナ；病院間競争；医療機関の投資

JEL Classification: I11, I10, L30, L84, H51

---

☆ 本稿の作成に当たっては、山重慎二・林正義・佐藤主光・高橋陽子・野口晴子・泉田信行の各先生から貴重なコメントを得た。通常の留意を持って感謝したい。データの入手に当たっては株式会社フリールの協力を得た。緯度・経度の算出には CSV アドレスマッチングサービスを利用した。なお、本稿の内容は全て筆者らの個人的見解であり、日本医師会あるいは日本医師会総合政策研究機構、フリールの公式見解を示すものではない。

♥ 日本医師会総合政策研究機構

\* 一橋大学国際・公共政策大学院／大学院経済学研究科。bessho@econ.hit-u.ac.jp

## 1. はじめに

2009年のOECD Health Dataは、「日本は人口100万人あたり40.1台のMRIスキャナを保有しており、ずば抜けて多い（Japan had by far the highest number of MRI scanners, with 40.1 units per million population）」と述べた。MRI（核磁気共鳴撮影法：Magnetic Resonance Imaging）<sup>1</sup>スキャナは高額医療機器の代表例であり、高額医療機器や技術は医療費増加の有力な要因のひとつとされている（Fuchs 1996, Weisbrod 1991）。高額医療機器の導入は医療機関にとっても重大な投資決定であろう。日本の医療機関はMRIスキャナの導入に際してどのようなことを検討しているのか。本稿ではこれらのトピックを、医療機関の個票を用いて検討する。

MRIは静磁場と変動磁場（勾配磁場やラジオ周波数波）を用いて生体の任意の方向の断層像を得ることのできる画像診断法で、1970年代後半より医学へ応用されはじめ、1980年代以降急速に普及が進んでいる。日本で始めてMRIスキャナが導入されたのは1982年であり（Hisashige 1994a）、1990年代初めにはそれほど多くなかったものの、1990年代・2000年代を通じて保有量が順調に増加してきた（図1）。これを都道府県別にみると、東京・愛知・大阪・福岡といった都市圏に多く分布しているが、人口当たりで見ると北海道・九州・四国に多く、西高東低の傾向が看取される（図2）。MRIスキャナのような高額医療機器の普及要因については、国際データや、医療機関の個票を用いた分析が進められてきた。医療機器は患者の検査や治療に使われるから、機器の利用が適切であり、その対価を支払うことのできる患者が多ければ、医療機関は医療機器を導入しようとするだろう。すなわち、高齢者が多い地域、所得が高い地域のほうが高額医療機器は早く導入されやすい（Oh et al. 2005, Hahn et al. 2007）。先進国では医療サービスはなんらかの医療保険の対象になるから、保険の償還方式も医療機関の投資行動に影響する。保険のカバレッジの拡大は導入を促進するだろう（Finkelstein 2007, Chou et al. 2004）し、マネジドケアは導入を抑制するだろう（Baker and Wheeler 1998, Baker 2001, Mas and Seinfeld 2008）。償還方式が人件費よりも投資的経費に寛容なら、生産要素の投入は労働から資本に代替され、機器の導入が進む可能性がある（Acemoglu and Finkelstein 2008）。医療機関の経営主体（Ciliberto 2006）や財務状況（Calem and Rizzo 1995）も機器導入の決定要因になりうる。患者が医療機関を選択することができる状況では、患者を獲得するために医療機関間に戦略的な依存関係が発生し、医療機器を導入して患者を惹き付けようとするかもしれない。Schmidt-Dengler（2006）は医療機関間の関係を動学ゲームとして定式化し、医療機関の利得の構造推定を通じて、戦略的依存関係の重要性を指摘している。MRI等の高額医療機器が先進各国に比較して多い日本（Hisashige 1994a, 1994b）においても、医療機関間競争が影響しているといわれている（漆 1998, 南部 2006, 河口 2007）。また同時に、これらのMRIが必ずしも十分に活用されていない可能性も指摘されてきた（二木 1993, 南部 2006, 今中 2007）。

本稿の目的は、これらの先行研究を踏まえて、日本におけるMRIの導入の決定

---

<sup>1</sup> 「MRI」は核磁気共鳴撮影法という「撮影法」を指す。

要因を医療機関の個票を用いて分析することである。日本では、患者は基本的に医療機関選択の自由（フリーアクセス）をもち、医療機関は、届出により原則どこでも自由に開業できる（自由開業制）。また、医療機関は、公的に運営されている比率は高くないものの、ほとんど非営利とされていることから、その行動原理は必ずしも利潤最大化とは限らない。ただし、株主への利益還元義務を持たない点を除けば、多くの民間医療機関の経営者は営利企業の経営者とほぼ同様の経営責任を負っていると考えられる。さらに、資本投資に対する規制は病床のみに対して行われているため、医療機器など他の生産要素への代替投資を招く可能性も指摘されている（漆 2004）。MRI のような医療機器の導入にあたっては、「治療対象である患者数、稼働率、撮影件数などが償却費と比較され（南部 2006）」、採算性が検討されるといわれる。それは、現行の診療報酬制度では、診療報酬は MRI のような高額医療機器の購入に対してではなく、MRI を用いた撮影や診断に対して支払われるものであり、その支払い方式は一部を除き出来高払いであるためである<sup>2</sup>。しかし、MRI の 1 台 1 ヶ月あたり平均検査件数は、採算が確保できるといわれる 300 件を、とくに小規模医療機関において、下回っている（図 3）。そこで本稿では、医療機関の個票を用いて、病床数や運営主体、各医療機関が立地している 2 次医療圏の属性が MRI の導入決定に与える影響を検証する。

本稿の貢献は、以下の 2 点にまとめられる。第 1 に、医療機関の立地場所を明示的に分析に取り込んでいる点である。医療機関の住所データを用いて、医療機関間の距離も用いて、周囲の医療機関との相互依存関係を検討している。第 2 に、高額医療機器の導入の有無とその機種選定を検討している点である。先行研究においては、しばしば MRI スキャナの有無のみが検討の対象となっており、その機種の選定は対象外であった。第 3 に、MRI が国際的に多いといわれている日本について、医療機関の個票を用いて MRI スキャナの導入の決定要因を分析したことである。医療機関の個票を用いた分析も存在する（e.g., 南部 2006, 河口 2007）が、本稿は 2008 年時点で MRI スキャナを保有するほぼ全ての医療機関を対象としており、サンプルサイズはこれらと比較しても十分に大きい。また、日本では MRI スキャナ保有施設の約 4 分の 1 が診療所であるにもかかわらず、これまであまり分析対象とはされなかったが、本稿では診療所のデータも用いている。

本稿の分析からは以下のような結果が得られる。第 1 に、周囲の MRI スキャナの台数は MRI スキャナの新規導入に正の効果を与え、また、既存の高機能機種比率は高機能機種の導入に正の影響を与える。第 2 に、このような戦略的補完関係は、規模の大きい病院よりも規模の小さな診療所でより明確に看取される。これらの結果は、高額医療機器の導入について医療機関が戦略的補完関係にあるという仮説と整合的である。第 3 に、MRI スキャナは豊かな地域のほうが導入されやすいし、豊かな地域のほうが高機能機種が導入されやすい。

本稿の構成は以下のとおりである。続く第 2 節では、推定式と推定方法について述べ、第 3 節ではデータについて説明する。推定結果は第 4 節で示される。第 5 節はまとめに充てられる。

<sup>2</sup> MRI スキャナを用いた撮影に対する診療報酬点数は下がる傾向にある（表 1）。

## 2. 推定方法

本稿は、MRI スキャナの新規導入台数と、機種を選択が周囲の医療機関における導入状況に影響されるか否かを検証することを通じて、MRI スキャナを手段とする医療機関間競争の存在を検討する。本稿の関心は日本における MRI スキャナの多さであるから、本稿では MRI スキャナを導入していない医療機関の意思決定を分析対象とする。

### 2.1. 新規導入

医療機関の MRI スキャナ導入の意思決定が相互依存的・戦略的に行われているとすれば、その意思決定は周囲の MRI スキャナ導入状況に依存する。そこで、MRI スキャナの導入を被説明変数とし、周囲の導入状況を説明変数とする回帰式を推定する。すなわち、本稿の推定式は、

$$M_{it}^I = \beta_I M_{-it}^I + \beta_S M_{-i,t-1}^S + \beta_Z Z_{i,t-1} + \beta_A A_i + u_{it} \quad (1)$$

である。被説明変数の  $M_{it}^I$  は、時点  $t-1$  までに MRI スキャナを導入していなかった医療機関  $i$  が時点  $t$  に新規に導入した MRI スキャナの台数<sup>3</sup>を表す。説明変数  $M_{-it}^I$  は、時点  $t-1$  から時点  $t$  にかけての医療機関  $i$  の周囲の医療機関での MRI スキャナの台数の変化を表す。 $M_{-i,t-1}^S$  は時点  $t-1$  での医療機関  $i$  の周囲の MRI スキャナ台数である。 $Z_{i,t-1}$  はその他の説明変数を表し、 $A_i$  は時間を通じて変化しない医療機関  $i$  の属性を表す。 $u_{it}$  は誤差項であり、 $\beta$  は対応する係数である。MRI のような技術の伝播の実証分析には、生存期間分析 (survival analysis, duration analysis) が応用されてきたが、本稿の推定式(1)は、生存期間分析でいうところのハザード関数と解釈することもできよう。

さて、医療機関の MRI スキャナ導入の意思決定が相互依存的であれば、周囲に存在する MRI スキャナ台数の変化  $M_{-it}^I$  は被説明変数と逆の因果関係を持ち、内生性を持つ。それゆえ、(1)式の OLS 推定量は、固定効果  $A_i$  がダミー変数によって表現されても、一般に一致性をもたない。そこで本稿では、内生性のある説明変数を含むパネル推定で一般的に利用されている Arellano and Bond (1991) による 1 段階の差分 GMM 推定を行う。この GMM 推定では推定式(1)の差分の式を推定するから、固定効果  $A_i$  の係数は直接推定されないし、 $A_i$  に含まれる医療機関属性のデータは必要とされない。

Arellano and Bond (1991) による 1 段階の差分 GMM 推定では、説明変数は内生変数・先決変数・外生変数に区分される。ここでの内生変数は周囲の MRI スキャナ台数の変化である。時点  $t-1$  での医療機関  $i$  の周囲の MRI スキャナ台数は、時点  $t-1$  までの導入台数に依存するから、先決変数である。 $Z_{i,t-1}$  に含まれるその他の説明変

<sup>3</sup> 新規に 2 台以上導入した医療機関は 4%程度であるので、被説明変数を「新規に導入したかどうか」のダミー変数としても推定結果に大きな変化はない。

数はすべて外生変数と仮定する。ここでは、医療機関が立地している 2 次医療圏<sup>4</sup>の所得の代理変数としての 1 人当たり平均市町村税収・65 歳以上人口比率・人口密度を用い、時点ダミーも採用する。

本稿の GMM 推定は 2 種類の操作変数、すなわち IV タイプと GMM タイプの操作変数を用いる (Roodman 2009)。IV タイプの操作変数として外生変数が用いられ、GMM タイプの操作変数として内生変数と先決変数の過去値が用いられる。操作変数が多すぎる問題を回避するため (Roodman 2009)、内生変数と先決変数の 1 期ラグを GMM タイプの操作変数として用いる。

## 2.2. 機種を選択

医療機関の MRI スキャナの機種選択が相互依存的・戦略的に行われているとすれば、その選択は周囲に導入されている MRI スキャナの機種に依存する。MRI スキャナの機種は多数あるので、ここでは磁場の強さが 1.5 テスラ以上の高機能機種を選んだかどうかを検討する (図 4)。すなわち、高機能機種導入の有無を被説明変数とし、周囲の導入状況を説明変数とする回帰式を、サンプル期間内に新規に MRI スキャナを導入した医療機関について推定する。すなわち、本稿の推定式は、

$$H_i^t = \gamma_I H_{-i}^t + \gamma_S H_{-i}^{S,t} + \gamma_X X_i + v_{it} \quad (2)$$

である。被説明変数の  $H_i^t$  は、磁場が 1.5 テスラ以上の MRI スキャナを導入していれば 1、1.5 テスラ未満であれば 0 となる 2 値変数である。説明変数  $H_{-i}^t$  は、医療機関  $i$  が MRI スキャナを導入した時点での周囲の高機能機種の比率の変化を表す。すなわち、時点  $t-1$  まで MRI スキャナを導入していなかった医療機関  $i$  が時点  $t$  で新規に MRI スキャナを導入したとすると、時点  $t-1$  から時点  $t$  にかけての周囲の高機能機種数の変化を MRI スキャナ総数の変化で除した値を  $H_{-i}^t$  としている<sup>5</sup>。  $H_{-i}^{S,t}$  は時点  $t-1$  での周囲の高機能機種の比率である。  $X_i$  はその他の説明変数を表し、時点  $t-1$  での値を用いる。  $v_{it}$  は誤差項を表す。  $\gamma$  は対応する係数である。

機種選択が相互依存的であれば、周囲の高機能機種数の変化  $H_{-i}^t$  は医療機関  $i$  自身の選択にも依存するから、推定式(2)を OLS 推定しても一致性のある推定量は得られない。この内生性の問題に対処するため、ここでは 2 段階最小 2 乗推定法を用いる<sup>6</sup>。除外される操作変数として、周囲の公的病院・病床数 500 床以上の大規模病院数を用いる。このような操作変数の選択は、空間ラグモデルでの操作変数の選択にならっている (e.g., Revelli 2006)。

その他の説明変数として、時点  $t-1$  における周囲の高機能機種の比率、医療機関

<sup>4</sup> 後述するように、医療機関の「周囲」は、2 次医療圏と直線距離の 2 種類で定義される。しかし、人口や税収は市町村ごとにしかデータを手に入できなかったため、説明変数として 2 次医療圏ごとの集計値を用いる。

<sup>5</sup> MRI スキャナ総数に変化がないときもあるので、分母に 1 を加えて除している。

<sup>6</sup> 導入する時点は医療機関によって異なるが、クロスセクションデータとして分析する。ただし、時点の差を考慮するため、後述するように導入時点を表すダミー変数を説明変数に含める。また、被説明変数は 2 値変数なので、本稿のモデルは線形確率モデルである。

が立地している 2 次医療圏の 1 人当たり平均市町村税収・65 歳以上人口比率・人口密度、病床数ダミー・公立病院ダミー・医育病院ダミーを用い、MRI スキャナの技術進歩の効果を捉えるために導入時点ダミーも含める。

### 3. データ

本稿の検討対象は、2008 年 4 月 1 日時点で MRI スキャナを導入している国内の全医療機関である<sup>7</sup>。このようにサンプルを選定した理由は、日本においては MRI スキャナのような高額機器の導入について規制は存在せず、すべての医療機関が MRI スキャナを導入する可能性があるものの、全医療機関の情報は利用可能ではないためである。「月刊新医療」(各号) から 2000 年から 2008 年までの各時点で MRI スキャナを導入している医療機関の名称が利用可能であるから、本稿では、2002 年から 2008 年までに MRI スキャナを新規に導入した医療機関にサンプルを限定した。推定の対象となった医療機関は病院 840、診療所 827<sup>8</sup>、合計 1,667 である。

「月刊新医療」からは、MRI スキャナを保有している医療機関の名称と保有する機種、所在都道府県のデータが得られる。名称と所在都道府県の情報をもとに、『病院情報』から経営体・一般病床数のデータを得て接合した。さらに、『病院情報』のほか、独立行政法人福祉医療機構が運営する WAMNET、NTT (日本電信電話) のタウンページを用いて各医療機関の住所を得て、この住所から CSV アドレスマッチングサービス<sup>9</sup>を利用して緯度・経度を求めた。

ある医療機関の「周囲の」医療機関の定義は 2 種類用意した。ひとつは直線距離で測って 5km 以内<sup>10</sup>にある医療機関、いまひとつは同一の 2 次医療圏<sup>11</sup>に所在する医療機関である。直線距離を用いる場合、周囲の MRI スキャナの台数  $M_{-it}^S$  と変化  $M_{-it}^I$  は、医療機関  $i$  と医療機関  $j$  間の距離を  $d_{ij}$  として、

$$M_{-it}^S = \sum_j \max(0, 5 - d_{ij}) \times M_j^S, \quad M_{-it}^I = M_{-it}^S - M_{-i,t-1}^S$$

とした。ここで距離は、緯度 1 度あたり 111.1km、経度 1 度あたり 90.7km として、三平方の定理によって直線距離を算出した。2 次医療圏を用いる場合、indicator 関数を用いて、

$$M_{-it}^S = \sum_j \mathbf{1}(j \text{ は同じ医療圏}) \times M_j^S, \quad M_{-it}^I = M_{-it}^S - M_{-i,t-1}^S$$

<sup>7</sup> ただし、自動車事故被害者用の「療護センター」、検診活動や公衆衛生活動を主としている「健康管理センター」や「医療検診センター」などは除外した。また、住所等が特定できなかった医療機関についても除外している。

<sup>8</sup> 日本では、病床数 20 以上の医療機関を病院、19 以下の医療機関を診療所と呼ぶ。

<sup>9</sup> CSV アドレスマッチングサービスは <http://newspat.csis.u-tokyo.ac.jp/geocode/modules/csv-admatch0/> から利用できる。

<sup>10</sup> 10km 以内としても結果に大きな変化はない。

<sup>11</sup> 2 次医療圏とは、特殊な医療を除く一般的な医療サービスの提供が完結するとされる範囲のことで、医療法によって規定される。2 次医療圏の設定は都道府県が行い、ときどき変更される。

である。2次医療圏の区分けはサンプル期間内でも変化しているから、ここでは2005年時点の2次医療圏によって定義した。高機能機種の台数を上添え字  $h$  として、時点  $t-1$  での周囲の高機能機種の比率  $H_{-i}^S$  は  $M_{-it}^{Sh}/(M_{-it}^S + 1)$ 、周囲の高機能機種の導入比率  $H_i^I$  は  $M_{-it}^h/(M_{-it}^h + 1)$  として求めた。

推定式(1)の  $Z_{i,t-1}$ 、推定式(2)の  $X_i$  に用いた1人当たり平均市町村税収・65歳以上人口比率・人口密度は「国勢調査」「住民基本台帳に基づく人口・人口動態及び世帯数」「全国都道府市区町村別面積調」「市町村税課税状況等の調」から作成した。これらのデータは市町村単位で得られるから、2005年時点での2次医療圏ごとに集計して用いた。ただし、横浜市と川崎市は市内に複数の2次医療圏を含む<sup>12</sup>ため、市内の区の情報を利用可能でない課税対象所得は市内で均質と仮定した。

推定式(2)の説明変数である医療機関の属性  $X_i$  として、病床数ごとのダミー変数、公的病院か否か・大学病院（教育施設）か否かを表すダミー変数<sup>13</sup>と、一般病床数<sup>14</sup>を採用した。

記述統計量は表2のとおりである。

## 4. 推定結果

### 4.1. 新規導入

MRI スキャナの新規導入についての式(1)の推定結果は表3に示されている。全医療機関をサンプルに含んだ結果はパネルAに示されており、第1列と第2列は通常の固定効果モデルによる結果、第3列と第4列はArellano and Bond (1991)による1段階の差分GMM推定による結果である。第1列と第3列は直線距離によって「周囲」を定義したケース、第2列と第4列は2次医療圏によって定義したケースに対応している。第3列と第4列に示されたHansenのJ統計量は十分小さな値を示しており、通常の水準で操作変数の適切さを支持しているといえよう。

第3列と第4列の結果を見ると、周囲のMRI スキャナ数の変化、前年の周囲のMRI スキャナ数はともに正に推定されており、1つを除いて統計的にも有意にゼロと異なる。このことは、MRI スキャナ導入の意思決定が周囲の医療機関と相互依存のあるいは戦略的に行われており、もし戦略的に行われていれば戦略的補完関係にあることを示唆している。このような戦略的補完関係は日本におけるMRI スキャナ数の多さを説明するかもしれない。もっとも、2次医療圏内にある医療施設に共通のショックがあるばあいにもこのような正の関係が観察されうることには留意が必要であろう。

パネルBには、サンプルを診療所と病院に分割した推定結果が示されている。パネルBの結果は、MRI スキャナの導入に対する診療所と病院の行動の違いを示唆

<sup>12</sup>横浜市は横浜北部（鶴見区・神奈川区・港北区・緑区・青葉区・都筑区）・横浜西部（西区・保土ヶ谷区・戸塚区・旭区・瀬谷区）・横浜南部（中区・南区・磯子区・金沢区・港南区・栄区・泉区）の3つの、川崎市は川崎北部（高津区・多摩区・宮前区・麻生区）・川崎南部（川崎区・幸区・中原区）の2つの2次医療圏に分かれている。

<sup>13</sup> 公立大学病院は大学病院に分類し、公立病院には含めていない。

<sup>14</sup> 病床数は2008年時点（九州地方は2007年）のものだが、2000年以降に病床数の変更があった可能性は否定できないが、データは入手できなかった。

している。すなわち、診療所の場合には周囲の診療所の MRI スキャナ数が統計的に有意に正の効果を示しており、周囲の病院の MRI スキャナ数は統計的に有意な影響を示していない。他方、病院の場合には周囲の MRI スキャナ数はプラスの影響を持っていない。「周囲」を 2 次医療圏によって定義した場合には周囲の診療所の持つ MRI スキャナ数はマイナスの影響すら示している。なお、公立・医育病院を除いた病院のみにサンプルを限定しても結果は大きく変化しない。

このような診療所と病院との推定結果の違いは、診療所と病院の置かれている競争環境の違いに由来しているのかもしれない。診療所は病院に比べて規模が小さくて数が多く、また広告規制が存在するため、患者に対して自らを差別化する手段が少ない。また、患者にはフリーアクセスが保証されており、大病院志向があるとも指摘される。したがって、診療所は病院よりも厳しい競争環境に置かれており、周囲の MRI スキャナの導入に対してはより敏感に反応する必要があるのかもしれない。とくに MRI スキャナに関しては、南部 (2006) が指摘しているこの時期の MRI の価格の下落傾向も影響している可能性がある。

その他の変数についても見ておこう。本稿の推定では時間を通じて変化しない医療機関の属性の効果は識別されないから、医療機関が立地している地域の変数に注目しよう。65 歳以上人口比率は通常の固定効果モデルでは統計的に有意にプラスの影響を持っているが、Arellano and Bond (1991) の GMM 推定では多くのケースで統計的に有意にプラスの影響は示されていない。人口密度についても影響を持っていない。所得の代理変数としての 1 人当たり市町村税収は、全体をサンプルとしたケースと病院にサンプルを限定したケースで、統計的に有意に正の効果を示している。この結果は、所得の高い地域で高額医療機器がより早く導入されるという先行研究 (Hahn et al. 2007) と整合的である。

## 4.2. 機種を選択

テスラ数が 1.5 以上の高機能機種の選択についての推定結果は表 4 のとおりである。パネル A にはサンプルを分割しないケースの推定結果を示している。第 1 列と第 2 列は OLS による推定結果、第 3 列と第 4 列には 2 段階最小 2 乗推定による推定結果を示している。周囲 5km 圏内に対象を絞ったケースでは 1 段階目の F 統計量がやや小さいものの、Sargan 統計量は通常の水準で操作変数が外生性を満たしていることを示唆している。

2000 年から 2008 年までに新規に MRI スキャナを導入したすべての医療機関をサンプルに含む場合、高機能機種の選択は、導入と同じ時点での周囲の選択には影響を受けていないが、前年の周囲の高機能機種比率とは統計的に有意に正の相関がある。この結果は、すでに高機能 MRI スキャナがある地域にさらに高機能 MRI スキャナが導入されていることを示唆しており、MRI スキャナ導入が戦略的補完関係にあるという点で、既存の MRI スキャナ台数が正の影響を持つという上述の結果と整合的であり、MRI スキャナ導入が医療機関間競争の手段になっているという仮説とも整合的である。

パネル B はサンプルを診療所と病院に分割した推定結果を示している。「周囲」を直線距離で定義した第 1 列と第 3 列については、操作変数が適切ではないかもし



れないので、2次医療圏を用いた第2列と第4列の結果をみてみよう。もっとも、どちらでも係数推定値は大きくは異ならないように思われる。さて、パネルBの結果は、MRIスキヤナの機種選択に対する診療所と病院の行動の違いを示唆している。すなわち、前年の周囲の高機能機種比率が機種選択に影響しているのは診療所であって、病院ではそのような効果は統計的には観測されない。公立・医育病院を除いた病院のみにサンプルを限定しても結果は大きく変化しない。

診療所のみが周囲の状況に影響されるという結果は、新規導入についての上述の結果とも整合的である。すなわち、診療所のほうが病院よりも厳しい競争環境に置かれているために、周囲のMRIスキヤナの導入に対してはより敏感に反応しているのかもしれない。

他の変数の効果についてもみておこう。全体をサンプルとして用いた場合には、前小節と同じく所得の代理変数としての1人当たり市町村税収が正の影響を与えており、診療所についてもその効果が看取される。これは、豊かな地域の住民のほうが高度な検査を要求したり、その費用を支払う能力があったりすることを反映しているのかもしれない。65歳以上人口比率はここでも統計的に有意な影響を持っていないが、人口密度がプラスの影響を示している。これは、高機能機種ほどスキヤナの価格が高くなることから、投資額を回収するためにはより検査件数を増やさなければならないという事情を反映しているものと考えられる。

表4では数値は報告していないが、年次ダミー・病床数ダミーの係数推定値を見ると、近年になるほど、また、病床数の多い施設ほど高テスラ数の機種を導入する確率が高い。大規模病院ほど、高機能なMRIスキヤナが必要となる患者が発生する確率が高く、またしばしば高次医療機能を担っているためであろう。あるいは、2002年から施行されている新臨床研修医制度の影響かもしれない。すなわち、高額医療機器を用意することで、研修医を集めようとする姿勢を反映している可能性も考えられる。公立病院や医育病院のダミーは、正に推定されているものの、必ずしも統計的には有意にゼロと異なる。公立・医育病院の行動も、他の一般病院とそれほど異なることを示唆しているのかもしれない。

## 5. おわりに

日本の人口あたりMRIスキヤナ数の多さは国際的に抜きんでている。本稿では、MRIスキヤナを保有している日本国内の医療機関のデータを用い、周囲のMRIスキヤナ導入状況や、医療機関の属性、立地している地域の属性が、MRIスキヤナの保有状況とどのように関係しているかを検討した。その結果は以下のようにまとめられよう。第1に、周囲のMRIスキヤナの台数はMRIスキヤナの新規導入に正の効果を与え、また、既存の高機能機種比率は高機能機種の導入に正の影響を与える。これは、MRIスキヤナやその機種選択が患者や医師をめぐる医療機関間競争の手段として用いられ、周囲が保有していれば保有したほうがよいという戦略的補完関係を反映していると解釈できる。第2に、このような戦略的補完関係は、規模の大きい病院よりも規模の小さな診療所でより明確に看取される。これは、広告規制が存在するなかで、診療所のほうがより厳しい競争環境にさらされているためと思われ

る。第3に、MRI スキャナは豊かな地域のほうが導入されやすいし、豊かな地域のほうが高機能機種が導入されやすい。これは、豊かな地域の住民のほうが高機能機種を用いる高度な検査を求めたり、その費用を負担することができたりするためかもしれない。

本稿の分析は病院と診療所の双方をサンプルに含み、十分な大きさのサンプルサイズを持っているが、いくつかの問題点がある。第1に、医療機関が対応している患者の属性を十分に制御できておらず、見落とされた説明変数が多くある可能性がある。第2に、サンプルが2008年時点でMRI スキャナを導入した医療機関に限定されており、潜在的にMRI スキャナ導入の可能性があるすべての医療機関を代表しているとは限らないことである。第3に、医療機関そのものの属性、とくに通時的に変化するような属性も十分には制御できていない。

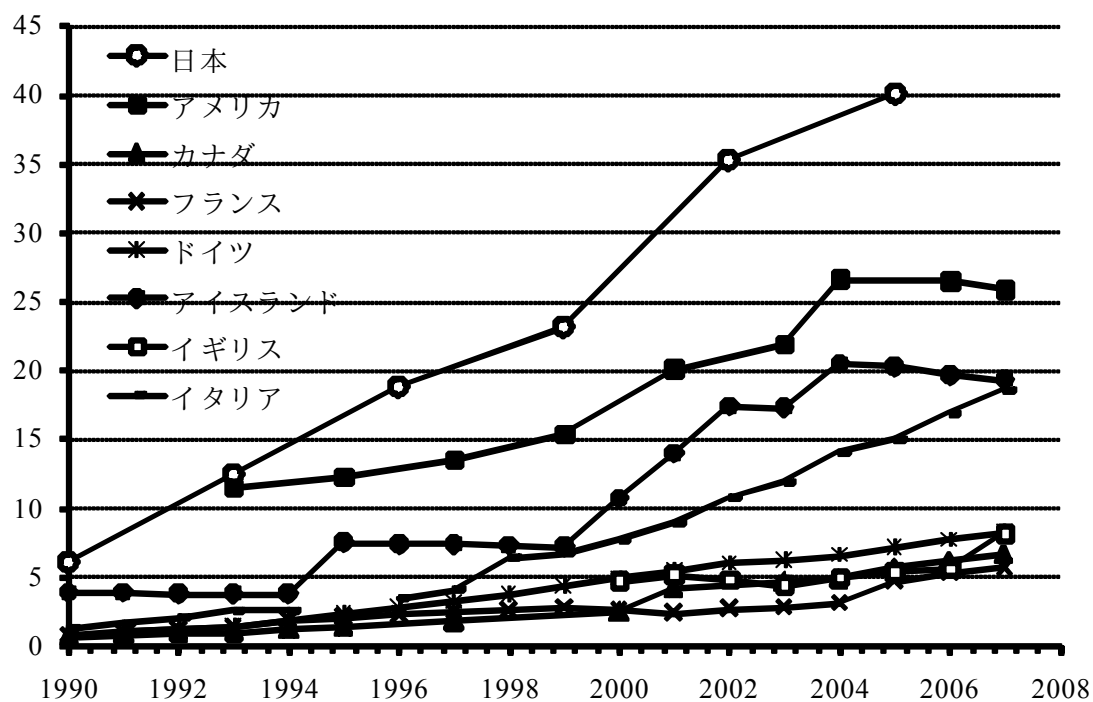
本稿の分析は、医療機関のMRI スキャナ導入の決定要因を検討したものではあるが、国際的に見て非常に多いMRI 台数が「過剰」なのか、あるいは稼働状況が「非効率」なのかについては検討の対象となっていない。これらもまた、将来の課題である。

## 参考文献

- Acemoglu, Daron, Amy Finkelstein (2008) Input and technology choices in regulated industries: Evidence from the health care sector. *Journal of Political Economy* **116(5)**, 837-880.
- Arellano, Manuel, Bond, Stephen. 1991, Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations. *Review of Economic Studies* **58**, 277-297.
- Baker, Laurence C., Susan K. Wheeler (1998) Managed Care and technology diffusion: The case of MRI. *Health Affairs* **17(5)**, 195-207.
- Baker, Laurence C. (2001) Managed care and technology adoption in health care: evidence from magnetic resonance imaging. *Journal of Health Economics* **20**, 395-421.
- Calem, Paul S., John A. Rizzo. (1995) Financing constraints and investment: New evidence from hospital industry data. *Journal of Money, Credit and Banking* **27(4)**, 1002-1014.
- Chou, Shin-Yi, Jin-Tan Liu, James K. Hammitt. 2004. National health insurance and technology adoption: Evidence from Taiwan. *Contemporary Economic Policy* **22(1)**, 26-38.
- Ciliberto, Federico. 2006. Does organizational form affect investment decisions? *Journal of Industrial Economics* **54(1)**, 63-93.
- Coye, Molly Joel, Jason Kell. (2006) How hospitals confront new technology. *Health Affairs* **25(1)**, 163-173.
- Evans, Ronald G., R. Gilbert Jost, Ronald G. Evans Jr. (1985) Economic and utilization analysis of Magnetic Resonance Imaging units in the United States in 1985. *American Journal of Roentgenology* **145**, 393-398.
- Fagnani, F. J.P. Moatti, C. Weill (1987) The diffusion and use of diagnostic imaging equipment in France: The limits of Regulation. *International Journal of Technology Assessment in Health Care* **3**, 531-543.
- Finkelstein, Amy (2007) The aggregate effects of health insurance: Evidence from the introduction of Medicare. *Quarterly Journal of Economics* **122(1)**, 1-37.
- Fuchs, Victor R. (1996) Economics, values, and health care reform. *American Economic Review* **86(1)**, 1-24.
- Hahm, Myung-Il, Eun-Cheol Park, Sun-Hee Lee, Chung Mo Nam, Hye-Young Kang,

- Hoo-Yeon Lee, Woo-Hyun Cho. (2007) Pattern and factors leading to the diffusion of magnetic resonance imaging in Korean hospitals. *International Journal of Technology Assessment in Health Care* **23**, 292-298.
- Hisashige, Akinori. (1994a) The introduction and evaluation of MRI in Japan. *International Journal of Technology Assessment in Health Care* **10(3)**, 392-405.
- Hisashige, Akinori (1994b) MR imaging in Japan and the United States: Analysis of utilization and economics. *American Journal of Roentgenology* **162**, 507-510.
- Mas, Núria. Janice Seinfeld. (2008) Is managed care restraining the adoption of technology by hospitals? *Journal of Health Economics* **27**, 1026-1045.
- Oh, Eun-Hwan, Yuichi Imanaka, Edward Evans. (2005) Determinants of the diffusion of computed tomography and magnetic resonance imaging. *International Journal of Technology Assessment in Health Care* **21**, 73-80.
- Revelli, Federico (2006) Performance rating and yardstick competition in social service provision. *Journal of Public Economics* **90**, 459-475.
- Roodman, David. 2009. How to do xtabond2: An introduction to difference and system GMM in Stata. *Stata Journal* **9**, 86-136.
- Schmidt-Dengler, Philipp (2006) The timing of new technology adoption : The case of MRI. mimeo, London School of Economics & Political Science.
- Weisbrod, Burton A. (1991) The health care quadrilemma: An essay on technological change, insurance, quality of life, and cost containment. *Journal of Economic Literature* **24**, 523-552.
- 今中雄一（2007）「高額医療機器の共同利用の在り方に関する研究」厚生労働省科学研究費補助金特別研究事業（H18-特別－指定－039）平成18年度総括研究報告書。
- 漆博雄（1998）「画像診断機器の保有量についての実証分析」『医療と社会』8, 109-119.
- 漆博雄（2004）『医療経済学』東京大学出版会
- 河口洋行（2007）「わが国病院市場の競争形態に関する研究－わが国の病院市場における競争促進は「価格低下と品質向上」をもたらすか－」『医療経済研究』19, 129-145.
- 南部鶴彦（2005）「医療機器の内外価格差に関する調査研究」厚生労働科学研究費補助金政策科学推進研究事業（H15-政策－009）平成15-16年度総合報告書。
- 二木立（1993a）「MRI（磁気共鳴装置）導入・利用の日米比較—日本でのハイテク医療技術と医療費抑制との「共存」の秘密を探る（1）—」『病院』52(11), 1005-1008.
- 二木立（1993b）「MRI（磁気共鳴装置）導入・利用の日米比較—日本でのハイテク医療技術と医療費抑制との「共存」の秘密を探る（2）—」『病院』52(12), 1101-1105.

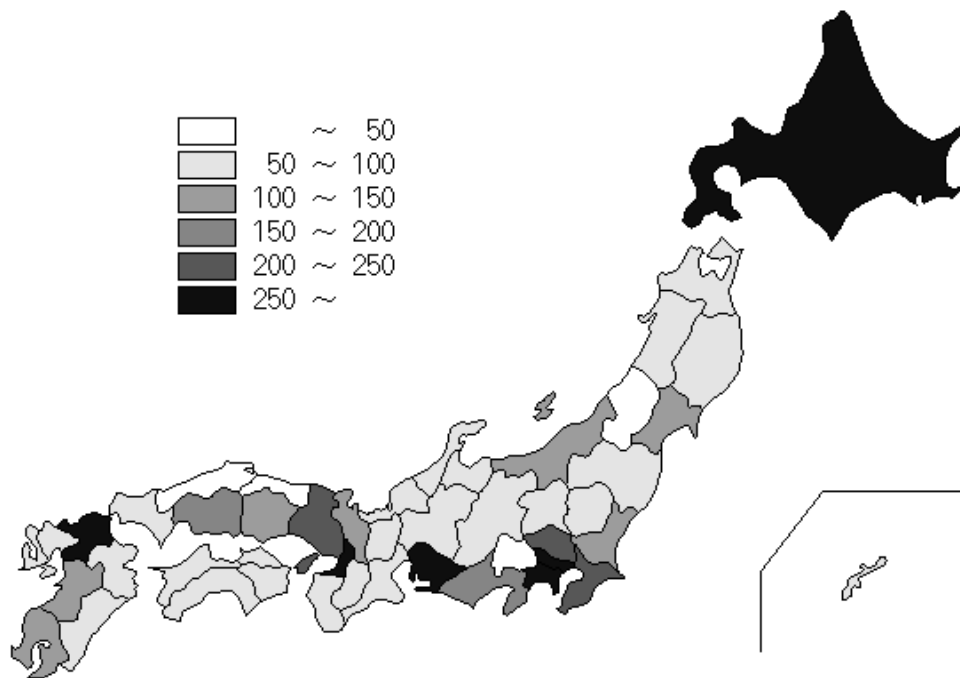
図 1. MRI 台数の国際比較



(注) OECD Health Data 2009, June 09 より作成。人口 100 万人当たり。イギリスは推定値。日本は 2002 年、フランスは 2005 年で系列は接続しない。

図 2. MRI の国内分布

A. 都道府県別台数 (2008 年)



B. 都道府県別台数 (2008 年, 人口 100 万人あたり)

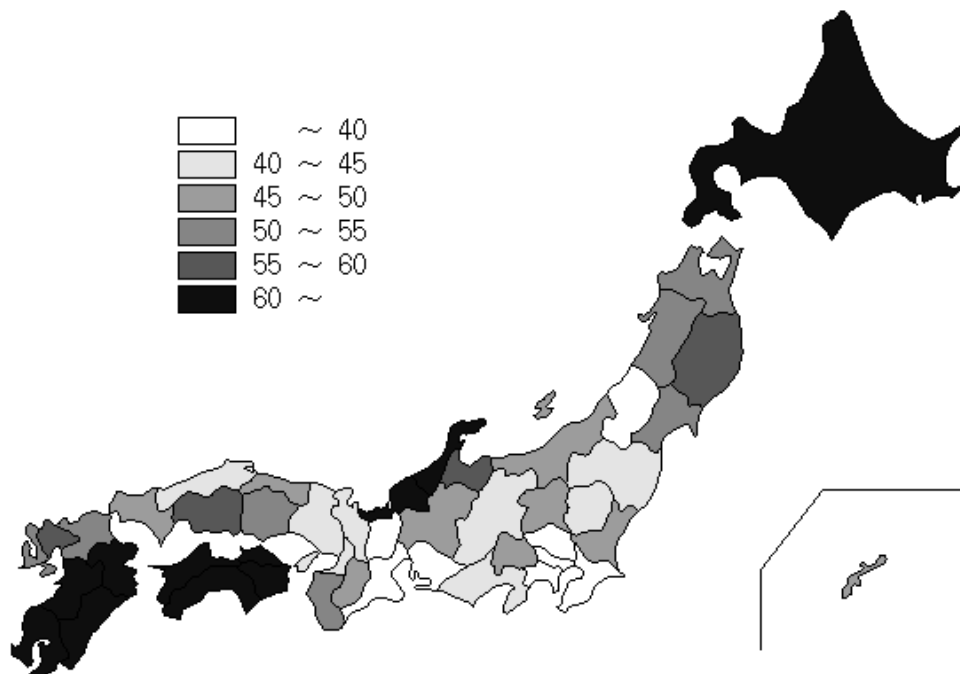
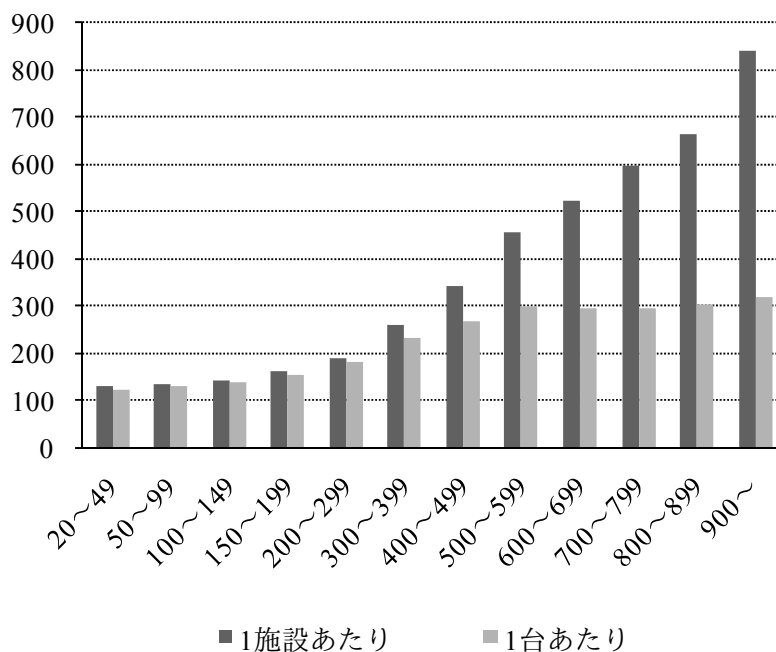


図 3. 病床数と MRI 月間検査延数



(注) 厚生労働省「2005年医療施設調査」による。対象は一般病院のみ。

表 1. MRI 撮影診療報酬点数の推移

1985年	1988年	1990年	1996年	1998年	2000年	2002年	2006年
2000	2300	2100	頭部 1900	頭部 1680	頭部 1660	頭部 1140	1.5 テスラ 以上 1230
			頭部以外 2000	軀幹 1800	軀幹 1780	軀幹 1220	
				四肢 1710	四肢 1690	四肢 1160	1.5 テスラ 未満 1080

(注) 厚生労働省「社会医療診療行為別調査」各年版。いずれも単純撮影 1 回目。

図 4. テスラ数の分布 (2008 年)

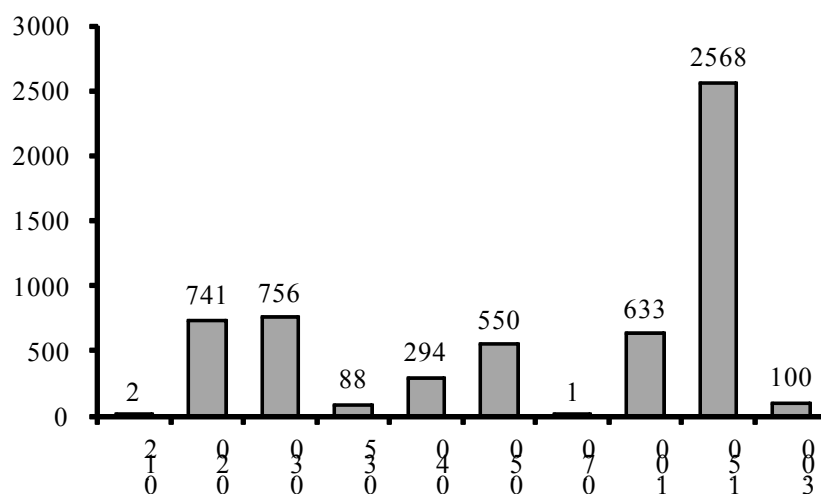


表 2. 導入の有無：記述統計量

	平均	標準偏差	最小値	最大値
<u>2003 年までの導入の有無</u>				
MRI	0.208	0.406	0	1
1.5 テスラ以上の MRI	0.107	0.309	0	1
<u>地域変数 (2000 年)</u>				
65 歳以上人口 (人)	118295	92646	6641	444740
15~64 歳人口 (人)	516213	449642	14102	1822803
15 歳未満人口 (人)	105344	84980	3392	347638
面積 (ha)	100467	114214	4188	1083120
平均課税所得 (百万円)	1.402	0.307	0.671	2.745
MRI 台数 (台)	17.041	16.298	0	74
<u>病院属性</u>				
診療所	0.289	0.454	0	1
病床数 20~99	0.257	0.437	0	1
病床数 100~199	0.179	0.383	0	1
病床数 200~299	0.090	0.287	0	1
病床数 300~399	0.079	0.270	0	1
病床数 400~499	0.042	0.201	0	1
病床数 500 以上	0.062	0.242	0	1
公立	0.167	0.373	0	1
大学病院	0.030	0.169	0	1

(注) サンプルサイズは 4,743. 地域は 2 次医療圏で定義している.

表 3. 新規導入台数, 2002-2008 年

A. 全体

推定方法	固定効果	固定効果	Arellano-Bond	Arellano-Bond
ウェイト	半径 5km	2 次医療圏	半径 5km	2 次医療圏
周囲の MRI 数変化	-0.002 (0.00)	0.007 <sup>***</sup> (0.00)	0.013 <sup>**</sup> (0.01)	0.008 <sup>**</sup> (0.00)
前年の周囲の MRI 数	0.067 <sup>*</sup> (0.04)	0.135 <sup>*</sup> (0.08)	0.401 <sup>***</sup> (0.15)	0.223 (0.15)
1 人当たり市町村税収	0.001 <sup>***</sup> (0.00)	0.001 <sup>***</sup> (0.00)	0.007 <sup>***</sup> (0.00)	0.008 <sup>***</sup> (0.00)
65 歳以上人口比率	34.997 <sup>***</sup> (0.81)	33.916 <sup>***</sup> (1.12)	-5.325 (4.18)	-4.817 (4.16)
人口密度	0.014 (0.01)	0.016 (0.01)	-0.015 (0.02)	-0.012 (0.01)
年次ダミー	yes	yes	yes	yes
Hansen's J-stat			14.56	9.66
obs	6090	6090	6090	6090

B. サンプル分割

推定方法	Arellano-Bond	Arellano-Bond	Arellano-Bond	Arellano-Bond
サンプル	診療所	診療所	病院	病院
ウェイト	半径 5km	2 次医療圏	半径 5km	2 次医療圏
周囲の MRI 数変化：診療所	0.015 <sup>**</sup> (0.01)	0.014 <sup>*</sup> (0.01)	-0.013 (0.01)	-0.023 <sup>***</sup> (0.01)
周囲の MRI 数変化：病院	-0.008 (0.01)	-0.006 (0.01)	-0.001 (0.01)	0.007 (0.01)
前年の周囲の MRI 数：診療所	0.017 <sup>*</sup> (0.01)	0.008 (0.01)	-0.022 (0.01)	-0.026 <sup>***</sup> (0.01)
前年の周囲の MRI 数：病院	-0.011 (0.01)	-0.011 (0.01)	-0.003 (0.01)	0.004 (0.01)
1 人当たり市町村税収	0.003 (0.00)	0.005 (0.00)	0.008 <sup>***</sup> (0.00)	0.009 <sup>***</sup> (0.00)
65 歳以上人口比率	-10.868 <sup>*</sup> (6.12)	-11.885 <sup>*</sup> (6.11)	4.467 (6.19)	1.915 (6.14)
人口密度	-0.018 (0.02)	-0.015 (0.02)	0.025 (0.03)	0.013 (0.02)
年次ダミー	yes	yes	yes	yes
Hansen's J-stat	21.45	19.46	17.10	15.37
obs	3049	3049	3041	3041

(注) カッコ内は標準誤差。\*\*\*, \*\*, \*は係数推定値がそれぞれ有意水準 1%, 5%, 10% で統計的に有意にゼロと異なることを示す。パネル A の前年の周囲の MRI 台数は対数変換している。Arellano-Bond の GMM 推定では、周囲の台数変化は内生変数、前年の周囲の台数は先決変数、その他の変数は外生変数としている。



表 4. 高機種導入の有無，2000-2008 年

A. 全体

推定方法	OLS	OLS	2SLS	2SLS
ウェイト	半径 5km	2 次医療圏	半径 5km	2 次医療圏
周囲の高機種比率	0.011 *	-0.001	0.037	-0.003
	(0.01)	(0.00)	(0.07)	(0.01)
前年の周囲の高機種比率	0.193 ***	0.259 ***	0.190 ***	0.252 ***
	(0.05)	(0.09)	(0.05)	(0.09)
1 人当たり市町村税収	0.001 ***	0.001 **	0.001 ***	0.001 **
	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)
65 歳以上人口比率	-0.068	-0.075	-0.056	-0.123
	(0.32)	(0.33)	(0.32)	(0.40)
人口密度	0.001 **	0.001 **	0.001 **	0.001 **
	(0.00)	(0.00)	(0.00)	(0.00)
公立病院ダミー	0.074 *	0.055	0.078 *	0.055
	(0.04)	(0.04)	(0.04)	(0.04)
医育病院ダミー	0.144	0.172 *	0.148	0.171 *
	(0.09)	(0.10)	(0.09)	(0.10)
年次ダミー	yes	yes	yes	yes
ベッド数ダミー	yes	yes	yes	yes
1st stage F stat			6.468	40.175
Sargan stat			0.977	0.166
obs	1667	1552	1667	1552

(注) カッコ内は標準誤差。\*\*\*, \*\*, \*は係数推定値がそれぞれ有意水準 1%, 5%, 10% で統計的に有意にゼロと異なることを示す。除外された操作変数は 2 次医療圏内の公立病院・病床数 500 以上の病院数。

表 4. 高機種導入の有無, 2000-2008 年

B. サンプル分割

推定方法	2SLS 診療所	2SLS 診療所	2SLS 病院	2SLS 病院
ウェイト	半径 5km	2 次医療圏	半径 5km	2 次医療圏
周囲の高機種比率	0.072 (0.14)	0.002 (0.01)	-0.028 (0.08)	-0.004 (0.01)
前年の周囲の高機種比率	0.334 *** (0.07)	0.534 *** (0.14)	0.060 (0.07)	-0.016 (0.12)
1 人当たり市町村税収	0.002 ** (0.00)	0.001 ** (0.00)	0.000 (0.00)	0.000 (0.00)
65 歳以上人口比率	0.275 (0.46)	0.520 (0.60)	-0.729 (0.49)	-0.838 (0.53)
人口密度	0.001 ** (0.00)	0.002 ** (0.00)	0.000 (0.00)	0.000 (0.00)
公立病院ダミー			0.026 (0.04)	0.032 (0.04)
医育病院ダミー			0.121 (0.10)	0.149 (0.10)
年次ダミー	yes	yes	yes	yes
ベッド数ダミー	yes	yes	yes	yes
1st stage F stat	3.820	9.143	3.392	35.798
Sargan stat	4.045 **	0.690	2.905 *	1.524
obs	827	772	840	780

(注) カッコ内は標準誤差. \*\*\*, \*\*, \*は係数推定値がそれぞれ有意水準 1%, 5%, 10% で統計的に有意にゼロと異なることを示す. 除外された操作変数は 2 次医療圏内の公立病院・病床数 500 以上の病院数.