HITOTSUBASHI HEALTH ECONOMICS RESEARCH PAPERS

#2010-001

MRIへの投資行動分析

法坂千代
別所俊一郎

May 2010

HITOTSUBASHI UNIVERSITY

Public Economics Program
School of International and Public Policy
Tokyo, Japan

医療経済学会発表論文

MRI への投資行動分析☆

法坂千代♥　　別所俊一郎♣

First draft: February 19, 2010
This version: May 21, 2010

【要　旨】

日本の人口あたり MRI（核磁気共鳴撮影）設置台数の多さは抜きんでている．本稿では，日本における MRI の導入の決定要因と，その利用状況・採算性を医療機関の個票を用いて分析する．分析に際しては，診療所を含む全国の MRI 保有医療機関に対して行った独自のアンケート調査を用い医療機関や地域の属性のほかに, MRI 導入時の医療機関の意識との相関を検討した．その結果，MRI の機種選定や機器の稼働状況は，医療機関や地域の特性とともに，機器導入時の医療機関の意識に影響されていることを確認した．とりわけ，「患者のニーズ」と「対外イメージ」を重視した医療機関や，病床数が 20～200 床未満の医療機関，公立・医育機関では，MRI の検査件数が少なく, 採算も確保できない傾向にあることが示唆された．

☆ 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．またデータ作成に当たっては株式会社フリールの協力を得た．通常の留意を持って感謝したい．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）[1]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 導入に際してどのようなことを検討しているのか，また，導入された MRI は十分に利用され，十分な収入をもたらしているのだろうか．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 年代以降に人体を入れることのできる超電導磁石の開発がなされたこともあって普及が進んでいる．MRI 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（Finckelstein 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，Masm 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 Finckelstein 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 の導入の決定要因と，その利用状況・採算性を医療機関の個票を用いて分析することである．日本の医療機関は，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．そこで本

[1] 「MRI」は核磁気共鳴撮影法という「撮影法」を指すが，本稿では，撮影に必要な装置（MRI スキャナ，MRI 装置）のことを指す言葉としても用いる．

稿では，MRI を保有している医療機関に対して行ったサーベイ調査を用いて，MRI 導入時に医療機関が重視したことや意思決定プロセスが, MRI の機種選定や導入後の利用状況とどのように相関しているかを検討する．同時に，病床数や運営主体，各医療機関が立地している 2 次医療圏の属性がこれらに与える影響も検証する．

本稿の貢献は，以下の 3 点にまとめられる．第 1 に，高額医療機器の導入の詳細とその後の利用状況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 の有無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．また，導入された機器がどれほど利用されているかについての直接のデータを検討した研究は多くはない．OECD（2005）は「それらの装置の数は，全体的にはそれらの機器の利用可能性を示すものではあるが，それらの機器が実際にどの程度使われているのかを示していない」と指摘している．第 2 に，医療機関の意思決定プロセスの影響を検討したことである．医療機関もまた，経営者や専門の異なる医師等の選好の異なる主体から構成されており，医療機関内部での社会的意思決定の差が高額医療機器の導入に影響することが示唆される．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 の導入の決定要因・利用状況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，本稿の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 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，「患者ニーズ」を最重要視して MRI を導入すると回答した医療機関では，高機能の機種が導入される確率は低いものの, MRI を用いた検査件数は少なく, 採算も確保できない確率が高い．第 2 に，「対外イメージ」を最重要視して MRI を導入した医療機関は高機能の機種を導入する確率が高いが，検査件数は少なく，採算が確保できない確率も高い．このような医療機関は高額医療機器を患者を惹き付ける広報手段とみているのかもしれない．第 3 に，本稿のサンプル期間では，病床数が 20 から 99 床の病院は高機能の機種を導入する傾向があるが，検査件数が低く，採算が確保できない確率が高いことが統計的に看取される．第 4 に，公立病院・大学病院では MRI を用いた検査件数が少なく，採算が確保できる確率が低い傾向がある．

本稿の構成は以下のとおりである．続く第 2 節では，日本の高額医療機器に関する制度的特徴を整理する．第 3 節では本稿で用いるアンケート調査について説明する．第 4 節から第 6 節では，それぞれ，機種の選定，利用状況，採算性がどのような要因によって左右されているかを回帰分析を用いて検討する．第 7 節はまとめに充てられる．

2. 制度的背景

分析に先立って，MRI の普及に関連する日本の医療制度の特徴，すなわち保険制度・規制・フリーアクセスについて概観しておこう．

2.1. MRI とその現状

MRI（Magnetic Resonance Imaging：核磁気共鳴撮影法[2]）とは，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 年代後半より医学応用が開始された．当初は常電導磁石を用いて静磁場を作っていたが，1980 年代になって人体を入れることのできる超電導磁石が開発され，画質が著しく向上したため一段と普及した．MRI で使用される磁気の強さはさまざまであるが，0.5 テスラ[3]程度の MRI は低磁場装置，1.0 テスラ程度のものは中磁場装置，1.5 テスラ程度のものは高磁場装置と呼ばれており，磁場が高くなるほど高性能の解析が可能となる．X 線 CT や単純 X 線撮影と異なり，X 線を利用しないので放射線による被曝がなく，検査時の体への負担が少ないことも特徴のひとつである．また，MRI の強みとして，任意の角度の体の断面画像が得られることが挙げられる．これらの特性から，頭部の画像診断にはしばしば MRI が用いられる．導入形態には購入とリースがありうるが，南部（2006）は，購入価格の平均値は 1 テスラ未満で 1 億 2500 万円，1 テスラ以上で 1 億 5800 万円との結果を得ている．

前述したように，他の先進各国と比較すると日本の MRI 保有量は抜きん出て多い（Hisashige 1994a，1994b，OECD 2009）．人口 100 万人あたりの MRI 保有量は 2007 年の OECD 平均で 11.0 台であるのに対し，2005 年の日本での値は 40.1 台である．時系列的に見ると（図 1），日本で始めて MRI が導入されたのは 1982 年であり（Hisasige 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ことが分かる．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，人口当たりで見てみると北海道・九州・四国に多く，西高東低の傾向が看取される（図 2）．

このように MRI は多くあるものの，そのすべてが十全に活用されていないとも言われる（南部 2006）．二木（1993）も，MRI の 1 台 1 週当たり平均検査件数が日本の 35.7 件に対してアメリカは 68 件であることを指摘し，「この理由は，主として MRI1 台当たりの稼働時間の違いである．日本では一部の施設を除いて，MRI は職員の通常勤務時間のみ稼働しているのに対して，アメリカでは大半の MRI が職員の 2 交代制で稼働している．3 交代制で 24 時間稼働している施設すら存在する」と述べている．図 3 は，MRI の 1 台 1 月あたり平均検査件数を示しているが，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，下回っていることを示している．

日本においてこのように MRI が普及してきた要因として，先行研究から示唆される制度的背景について検討しよう．ここで採り上げるのは，保険制度・自由開業制・フリーアクセスの 3 つである．

---

[2] 診療報酬制度では「磁気共鳴コンピュータ断層撮影」とも呼ばれた．

[3]テスラ（T）は磁束密度（磁場の高さ）の単位であり，ハンガリー王国生まれの電気技師であり発明家であるニコラ・テスラ（Nikola Tesla，1856 年～1943 年）に由来する．一般にテスラ数の高い MRI ほど使用する磁力が強く，より鮮明な画像が得られるため，性能が高い．

2.2. 保険制度

第 1 の特性は保険制度である．日本は公的医療保険について，少なくとも法律上は，国民皆保険を達成しており，ほとんどの医療機関は保険医療機関であって，提供する医療サービスの対価である診療報酬を受け取っている．公的医療保険制度をもつ他の国と同じく，診療報酬は公的に定められている．その支払方式は，一部で DPC（Diagnosis Procedure Combination）に基づく包括払い（PPS: prospective payment system）が導入されているものの，原則として点数制度による出来高払い（FFS: fee for service）であって，診断や手術のような医療サービスの供給量に応じて支払われている．

現行の診療報酬制度では，MRI のような高額医療機器の購入に対して診療報酬が支払われているわけではなく，したがって医療機器の価格そのものには公定価格が存在しない．MRI を用いた撮影や診断に対して診療報酬が設定されており，この診療報酬のなかに減価償却費が含まれているとみなされる（遠藤 2005）．MRI による撮影に公的医療保険が適用されたのは 1985 年からであり，2008 年の診療報酬改定では 1.5 テスラ以上の機器による単純 MRI 撮影は 1300 点，1.5 テスラ以上以外の機器によるものは 1080 点とされている（表 1）[4]．この診療報酬制度のもとでは，医療機関は MRI への投資額を検査（撮影）によって回収することが予定されている．それゆえ，MRI 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．

診療報酬が出来高払いであれば検査をするほど診療報酬を受け取ることができるから，包括払いのときと比べて医療機器の導入は進むかもしれない．Oh et al（2005）は国際比較によってこの傾向を確認しており，またアメリカではマネジドケアの浸透が医療機器の導入を抑制していると指摘されている（Baker and Wheeler 1998，Baker 2001，Masm and Seinfeld 2008）．もっとも，出来高払いか包括払いかといったおおまかな違いではなく，診療報酬制度の細部も医療機器の導入には影響する．Acemoglu and Finckelstein（2008）は，償還方式が人件費よりも投資に寛容であることが，投入する生産要素の代替を起こし，機器の導入が進めた可能性を指摘している．また，保険のカバレッジの拡大も機器導入を促進する要因となりうる（Finckelstein 2007，Chou et al. 2004）．

2.3. 自由開業制と病床規制

第 2 の特性は医療機関の自由開業制である（田中 2006）．日本の医療法では，ベッドが 20 床以上ある医療機関を「病院」，19 床以下の医療機関を「診療所」と呼ぶ．医療法の施設基準を満たし，後述する病床規制に抵触しなければ，医療機関の開業は原則自由であり，届出によってどこにでも開業できる．医療機関の開設者に

[4] MRI 撮影への診療報酬点数は変化している（表 1）．2000 年には「単純 MRI 撮影」に加えて「特殊 MRI 撮影」が設定され，部位や撮影方法・撮影機種などの条件を満たすと加点されることになった．2006 年には導入機種の種類に応じた診療報酬点数となり，1.5 テスラ以上の機器と 1.5 テスラ未満の機器で点数に差がつけられた．「特殊 MRI 撮影」の制度は 2008 年改定で廃止された．

は中央政府や地方政府も含まれるが，民間医療機関の比率が高い．民間病院の運営の責任は開設者が負い，診療の対価としての診療報酬が公的健康保険から支払われるほかには，開業や運営のために公的な補助金が投入されることはない．ごく一部の例外を除いて民間医療機関を運営するのは個人あるいは非営利法人であるから，医療機関は株主への利益還元義務を持たないが，これを除けば，医療機関の経営者は営利企業の経営者とほとんど同様の経営責任を負っている．

医療機関の資本投資に対する規制は，病床に対してのみ行われている．1985 年の第 1 次医療法改正から都道府県は医療計画を策定しており，これによって病床数が規制されている．他の先進国については，病床数と同時に医療機器を規制しているところもある．例えばフランスでは，1970 年の病院改革法において医療地図が導入され，病床および高額医療機器については国の定める整備指標に従って設置されることとなった（医療経済研究機構 2007）．アメリカでは，医療計画によって州政府が医療サービ施設の拡大や高額な医療機器の導入を規制できるような仕組みとなっており，各州政府は，新規の医療サービス・施設・設備が，当該地域の医療計画である CON（Certificate of Need）プログラムに合致する場合のみ支出を認めている（大森ほか 2009）．漆（2004）は，病床のみへの規制が医療機器などの他の生産要素への代替投資を招く可能性を指摘している．

2.4. フリーアクセスと医療機関間競争

第 3 の特徴は，患者の持つ医療機関選択の自由（フリーアクセス）である．特定医療機能病院のような高次医療機関のなかには，救急の場合を除いて紹介状を必要とするところや，紹介状がなければ待ち時間が長くなってしまう機関もあるが，基本的には患者は好きな医療機関へ初診から通うことができる．すなわち，家庭医やかかりつけ医は制度としては成立しておらず，一般医（GP：general practitioner）によるゲートキーパー機能は働いていない．さらに医師は開業にあたって標榜する診療科を自由に選択して届け出ることができる（麻酔科を除く）から，一般医と専門医（specialist）との差異は公的制度としては存在しない[5]．

患者が自由に医療機関を選択できるから，医療機関間には患者を巡った競争が生じやすいが，前述したように診療報酬は公定価格であるから，その競争は非価格競争の性格を強めると考えられる（河口 2007）．漆（1998）は，地域の病院数と MRI 保有量の正の相関関係を確認し，画像診断機器が病院間競争の手段の 1 つであるとしている．南部（2006）も「CT や MRI の導入には、純粋な診療上の必要性以外に「医療機関相互の競争」という日本の制度的・経済的要因がある」と述べている．

もっとも，患者が直接に医療機関を選択できなくても，医療保険を選択でき，医療保険会社が保険を適用する医療保険を選択できるなら，医療機関間の競争は発生する．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，医療機関間の競争が MRI の導入時期を早める効果を確認している．

[5] 各学会が認定する資格は存在するが，患者の医療機関選択の自由とはいまのところ関係がない．

このように，日本では高額医療機器が多くなりやすい制度にあるとも考えられる．日本の医療機関は，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．以下では，MRI を保有している医療機関に対して行ったサーベイ調査を用いて，MRI 導入時に医療機関が重視したことや意思決定プロセスが，MRI の機種選定や導入後の利用状況とどのように相関しているかを検討しよう．

3. データ

本稿では，独自に行ったアンケート調査の結果を公表データと組み合わせて分析を行う．本節ではこれらについて説明する[6]．

3.1. アンケート調査

本稿で用いるアンケートは，MRI に対して投資を行う際の医療機関の意識と，機種の選定や稼働状況等との連関を探るために，MRI を保有している医療機関を対象に行ったものである．

3.1.1. 調査対象

調査対象は，2008 年 4 月 1 日時点で MRI を導入している国内の全医療機関である[7]．調査対象の名称は「月刊新医療」（2008 年 6 月号）から，送付先住所は『病院情報』，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）のタウンページから得ている．調査方法は郵送調査法（郵送配布・郵送回収）である．調査票の発送は 2009 年 6 月 2 日であり，2009 年 8 月末日到着分までを分析対象としている．調査票の総配布数は，病院 3363，診療所 1265，合計 4,628 であり，有効な回収数は病院 681（回収率 20.4%），診療所 251（回収率 19.8%），合計 932（回収率 20.1%）である．調査対象には精神病院や療養型病院も含まれているが，病院の特殊性を考慮して本稿では一般病院のみを対象としているため，分析対象のサンプルサイズは病院 667，診療所 251，合計 918 である．

3.1.2. 質問項目

MRI を導入する際の医療機関の属性や意識が，機種の選定や稼働状況等とどのように関わっているかを探るために質問項目を設定した．質問項目は大きく 4 つに分けられる．

第 1 は，医療機関の基本的な属性である．ここでは所在地，一般病床数，標榜診療科数と放射線科の有無，平均在院日数，病床稼働率，医業利益率，経営主体を尋

[6] 調査票は筆者より利用可能である．

[7] ただし，自動者事故被害者用の「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．

ねている。診療所に対しては，病床数は 20 床以下であり，規模も小さいと考えられることから一般病床数と病床稼働率は質問していない．また，病院の経営主体は『病院情報』から入手できるため，病院に対しては経営主体を質問していない．

第 2 は，直近の MRI 導入時の医療機関の意識についてである．ここでは，「採算性に対する意識」「他の医療機関に対する意識」「導入時に最も重視した点」「導入のプロセス」の観点から質問している．採算性についての質問は以下のとおりである．

質問：導入（更新）時に，機器の採算性を検討しましたか．その結果，採算の確保は見込めましたか．

選択肢：

1. 機器の採算性を検討して，採算の確保が見込めた
2. 機器の採算性を検討したが，採算の確保が見込めなかった
3. 機器の採算性は検討していない
4. その他

選択肢の 1 と 2 を選んだ医療機関に対しては，さらに具体的な検討項目や実際の採算性について質問した．検討項目については，「年間の減価償却費」「メンテナンス費用」「電気代」「人件費」「（予想）患者数」「その他」の 6 項目から複数回答とした．実際の採算については，「実際に採算がとれている」「実際には採算がとれていない」「わからない」「その他」から 1 つ選ぶものとした．

他の医療機関に対する意識について設問は以下のとおりである．

質問：導入（更新）時，他の医療機関の MRI 導入状況を参考にされましたか．

選択肢：

1. 参考にした
2. やや参考にした
3. あまり参考にしていない
4. 参考にしていない

選択肢の 1 と 2 を選んだ医療機関に対しては，具体的にどのような医療機関を参考にしたかをさらに質問した．すなわち，具体的に参考にした医療機関として，「近隣医療機関（同じ二次医療圏に属するなど）」「同系列法人の医療機関」「患者数など規模が似ている医療機関」「以前から親交のある馴染みの医療機関」「その他」から 2 つまで選択できるものとした．

「導入時に最も重視した点」についての設問は以下のとおりである

質問：導入（更新）に際して最も重視したと思われる点について，あてはまるものを 2 つ選び，1 位と 2 位をお答えください．

選択肢：

1. 採算性

2. 他の医療機関の導入状況
3. 患者のニーズ
4. 医師の確保
5. 院内スタッフの要望
6. 病院の対外イメージ
7. 医療機能（高度医療を担っているなど）
8. その他

ただし，診療所の医療機能は限定されていると考えられるため，診療所に対しては選択肢 7 を提示していない．

導入時の意思決定プロセスについては，導入検討委員会設置の有無と最も意見の反映された部局をたずねた．導入時の意見の最も強く反映された部局については，「1．病院長・理事長」「2．放射線科の医師」「3．放射線科以外の医師」「4．診療放射線技師」「5．検査科技師」「6．理事会」「7．導入検討委員会」「8．事務部門」「9．その他」から選択させた．ただし，診療所は規模が小さいため，「検査科技師「事務部門」は選択肢に含めていない．

質問項目の第 3 は，MRI に関する今後 3 年間の計画であるが，本稿の分析では用いないので説明を省略する．

第 4 は，現在の MRI の保有内容と稼働状況についてである．ここでは，使用している MRI の導入年・テスラ数・更新予定時期，最も利用率の高い機器の週あたり稼動日数・1 日あたり使用時間と平均検査件数を質問している．また，検査待ち状況についての質問項目も設定した．

3.1.3. サンプルの代表性

先に述べたように，有効な回収数は病院 681（回収率 20.4%），診療所 251（回収率 19.8%），合計 932（回収率 20.1%）である．この回収率は同種の調査である南部（2005）よりは高いものの，それほど高いものともいえまい．そこで，本稿で用いるサンプルの特性を，「月刊新医療」（2008 年 6 月号）・「病院情報」・「2005 年医療施設調査」から得られる，MRI を保有している医療機関全体の状況と比較する．ここでは，公的病院比率・病床数・1 日あたり平均検査件数・テスラ数に着目する（表 2）．

本稿のサンプルに含まれる医療機関のうち，公立病院[8]は 23%を占める．他方，「月刊新医療」から 2008 年 4 月 1 日時点で MRI を保有する医療機関における公立機関の比率を求めると 17%である．また，一般病床数を比較すると，サンプルでの平均一般病床数は 262 であるが，2008 年 4 月 1 日時点で MRI を保有する全医療機関の平均一般病床数は 208 である．これらの差は統計的にも有意に認められ，本稿のサンプルには公立や規模の大きい医療機関が多く含まれていることになる．

MRI を保有する医療機関全体での 1 日あたり平均検査件数は，「2005 年医療施設調査」を用い，1 カ月の MRI 取扱延件数を MRI 保有台数で除し，1 ヶ月を 22 日と

[8] 本稿では国・地方やその連合体，国立病院機構が開設者である病院を「公立」と呼ぶ．

して求めた．その結果，1 日あたり平均検査件数は 8.5 となったが，この数値は本稿のサンプルにおける平均検査件数 14.0 よりも少ない．テスラ数を比較すると，「月刊新医療」から求められる全体での平均テスラ数は 0.98 であるのに対し，サンプル内での平均は 1.09 である．平均検査件数とテスラ数について都道府県別にみると，どの地域においても，サンプルの方が全体の平均値よりも件数が多く，テスラ数が高い（図 4）．ただし，本稿で用いたアンケートでは「稼働率の最も高い機器」に限定して回答を得ているため，検査件数より高い値を示す傾向がある．

このように，本稿で用いるサンプルに含まれる医療機関は，公立であり，病床数が多く，その平均検査件数が多く，テスラ数の高い MRI を保有する傾向があることには留意する必要がある．

3.2. データの概略

本稿では，導入される MRI の機能や利用状況，採算性を検討するから，いくつかの変数とこれらの関係について概観しておこう．導入される MRI の機能はテスラ数で代理させ，以下では 1.5 テスラ以上の機種の比率を用いる．利用状況としては 1 日あたり平均検査件数を用いる．採算性については，導入時に「採算性を検討した」と答えた比率と，アンケート時点で「採算が確保できている」と答えた比率を用いる．表 3 には，これらの回答が，「導入時に最も重要視した点」「一般病床数」「開設主体（公立・医育機関）」とどのような関係にあるかのクロス表を示している．

表 3 のパネル A には，「導入時に最も重要視した点」と MRI の機能や利用状況，採算性とのクロス表を示した．この表からいくつか指摘することができよう．第 1 に，導入時に採算性を最も重視した医療機関では高機能な（テスラ数の高い）機種を導入する比率が低く，検査件数は全体の平均に近い．また，ほとんどの機関で採算性を検討し，また 7 割以上で実際に採算を確保している．「他の医療機関の導入状況」を重要視した医療機関でも同様の傾向が見られる．「患者ニーズ」や「医師の確保」を重視した医療機関では，低機能な機種を導入する比率が高いものの，検査件数は多くない．とくに「医師の確保」を重視した医療機関で採算を確保できている比率は他に比べて低い．「院内ニーズ」と「対外イメージ」を重視した医療機関では高機能な機種を導入する比率が高いが，ともに採算を検討したり，採算を確保できたりしている比率は低い．ただし，「院内ニーズ」を重視した医療機関で検査件数が比較的多いのに比べて，「対外イメージ」を重視したところでは検査件数が少ない傾向が見られる．

一般病床数との関係は表 3 のパネル B に示されている．テスラ数と病床数には正の関係が看取され，病床数が多いほど高機能の機種を導入している比率が高い．1 台あたりの検査件数もまた病床数が多いほど多い傾向が見られるものの，病床数が 20～100 床の小病院では診療所よりも検査件数が少ない．採算性については単調な関係は見られないものの，採算性を検討したり，実際に採算が確保されたりしているのは，最も小規模な診療所と，最も大規模な病院に多くみられる．

表 3 のパネル C は開設者との関係を示している．医育病院や公的医療機関とそ

の他の医療機関は対照的であるといってよいだろう．医育病院や公的医療機関では，高機能の機種を導入する比率が高く，検査件数もそれ以外の医療機関より多いものの，導入にあたって採算性を検討する比率は低く，また採算が確保されている比率も低い．これはこれらの病院の行動原理が，その他の病院とは異なることを示唆しているのかもしれない．

3.3. 公表データ

本稿では，上述のアンケートデータの結果に，他の公表データを接続する．接続されるデータは，医療機関そのものの属性にかかわるものと，医療機関が立地している地域のものに分けられる．

医療機関そのものの属性についてはほとんどがアンケートから得られているが，支払い方式の違いを考慮するため，2003 年 4 月に導入された急性期入院医療の診断群分類に基づく 1 日あたりの包括評価制度（DPC）の有無に関する変数を接続した．DPC の導入の有無は厚生労働省「平成 21 年度 第 3 回 診療報酬調査専門組織・DPC 評価分科会」の資料から得て，2008 年 7 月時点で DPC を導入している施設を 1，導入していない施設を 0 とするダミー変数を作成した．

医療機関が立地している地域に関する情報として， MRI 数・MRI 保有医療機関数・医師数・課税対象所得，15 歳未満人口，15～64 歳人口，65 歳以上人口，面積，導入済み MRI の平均テスラ数を用いた．これらの情報は，「国勢調査」「医療施設調査」「病院報告」「月刊新医療」「全国都道府県市区町村別面積調」「市町村税課税状況等の調」から作成した．

医療機関の立地している地域[9]は 2005 年時点での 2 次医療圏[10]によって定義し，公表データが市区町村ベースのものは 2 次医療圏ごとに集計した．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[11]ため，市内の区の情報が利用可能でない課税対象所得は市内で均質と仮定した．

そのほか，以下の各節での分析の必要に応じて公表データを追加している．このように作成し，本稿で用いた変数の記述統計量は表 4 のとおりである．

4. 機種選定

本節では，MRI 導入を決定した医療機関がどのような機種を選ぶのかを，テスラ数ではかった機能に着目して検討する．テスラ数は MRI の磁場の強さを表し，一

[9] 病院の住所は「病院情報」から入手できるが，診療所についてはこの限りではないので，WAMNET やタウンページによって補完した．

[10] 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．

[11]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・保土ケ谷区・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．

般にテスラ数の高いものほど磁力が強く，画像も鮮明で性能が高いとされるからである．

4.1. 推定式

本節の推定式は，導入した MRI のテスラ数 T_{ij} を被説明変数とする以下の式

$$T_{ij} = \beta_{x1} X_{1ij} + \beta_{z1} Z_{1i} + u_{1ij} \tag{1}$$

である．X_{1ij} は医療機関 j の属性ベクトル，Z_{1i} は 2 次医療圏 i の属性ベクトルであり，β_{x1}，β_{z1} はそれぞれ対応する係数ベクトルである．u_{1ij} は誤差項を表す．医療機関が他の医療機関の行動を考慮して意思決定を行っているかどうかを検証するため，2 次医療圏の属性 Z_{1i} にはその 2 次医療圏内の MRI を導入している医療機関数を，医療機関の属性 X_{1ij} には直近の MRI 導入時の医療機関の意識についてのアンケートデータを含む．

4.2. 変数と推定方法

2 次医療圏内で MRI を導入している医療機関数の情報が入手可能なのが 1999 年以降なので，2000 年以降に MRI を新規に導入もしくは更新した医療機関にサンプルを限定する．その結果，サンプルサイズは 554 となった．

被説明変数は MRI の機能を示す代理変数であるテスラ数である．テスラ数はおもに 0.2，0.3，0.4，0.5，1.0，1.5，3.0 の 7 種であり，1.5 に集中している（図 5）．一般的 1.5 以上の機種が高機能といわれ，1.5 以上の場合と 1.5 未満の場合とで診療報酬点数も異なる．そこでここでは，テスラ数が 1.5 以上の場合を 1，1.5 未満の場合を 0 とするダミー変数を被説明変数とした．なお，MRI を複数台保有する医療機関に対しては，本分析で着目する「医療機関の意識」が、「直近の MRI 導入時」についてのものであることから，導入年の最も新しい機種のみを対象としている．

医療機関の属性 X_{1ij} として，公的病院ダミー[12]，教育施設ダミー，病床数[13]のほか，アンケートデータを採用した．すなわち，採算性を検討したか否かのダミー変数，他の医療機関を意識したかどうかのダミー変数[14]，導入時に最も重視した点についてのダミー変数，導入検討委員会設置の有無についてのダミー変数，最も意見の反映された部局についてのダミー変数[15]を採用した．また，技術進歩によって最近の機種ほどテスラ数が高くなることを考慮するために 2005 年以降の導入を示すダミー変数も用いた．

---

[12] 公立大学病院は教育施設に分類し，公的病院には含めていない．

[13] 病床数は 2008 年時点のもの（九州地方は 2007 年）を用いており，MRI 導入時点と変化がある可能性は否定できない．

[14]導入時に他の医療機関を「参考にした」もしくは「やや参考にした」と回答した施設が 1，「あまり参考にしなかった」もしくは「参考にしなかった」と回答した施設が 0 をとる．

[15] 「（病）院長・理事長」を選択した施設，「放射線科の医師」もしくは「診療放射線技師」を選択した施設について，それぞれダミー変数を作成した．

立地している 2 次医療圏の属性 Z_{1i}として，人口・面積・所得といった基本的な変数に加えて，導入 1 年前の MRI 施設数を用いている．もし MRI 導入の意思決定が他の医療機関の状況に影響を受けていれば, 2 次医療圏内で新たに MRI を導入した医療機関数の係数はゼロと異なると考えられる．周囲で導入されている MRI の機種に影響を受ける可能性もあるから，1.5 テスラ以上の MRI を導入している施設数と，導入していない施設数に分離した変数を用いた推定も行った．

被説明変数がダミー変数であるので，推定方法は Probit 推定である．

4.3. 推定結果

推定結果は表 5 のとおりである．

導入時の医療機関の意識が機種の選定に与える影響についてみてみよう．まず，導入時の最重要ポイントに着目すると，「医療機能」を選択した医療機関に比べて，「採算性」「医師の確保」「患者のニーズ」を最重要視した医療機関は，テスラ数の高い機種を選択する確率が統計的に有意に低い．一方，「対外イメージ」を最重視した施設では，この確率は高くなっている．「採算性」が負の相関を持つのは，低機能な機種ほど安価に導入できるからであろう．「医師の確保」とテスラ数の負の相関は，医師にとって魅力的な職場にするため，あるいは医師を確保して地域での医療機能を果たすために MRI を導入するものの，医師にかかる人件費のために高機能機種への投資を抑制するという事情を反映しているのかもしれない．

MRI 導入にあたって最重要視した点としての「患者のニーズ」と「対外イメージ」は，ともに患者の獲得という観点では共通していると考えられるが，高機能機種の選択に与える効果は逆方向となっている．これは，「患者のニーズ」を最重要視すると答えた医療機関は MRI を導入することそのものを重視しているのに対し，「対外イメージ」を最重要視すると答えた医療機関は高性能な MRI を他の医療機関との差別化の手段として用いようとしているためかもしれない．

MRI 導入の意思決定プロセスの影響をみてみよう. 導入検討委員会を設置した施設では高テスラの機種を選択する確率が高い．院長・理事長の意見が導入にあたって最も強く反映された医療機関では，高テスラの機種を選択する確率が統計的に有意に低くなる．このような医療機関は民間医療機関や，「採算性」を最重要視したと回答したところに多い．これらの医療機関の院長や理事長は経営者を兼ねていて，採算性への意識が高いことを反映して，高機能で高価な機器の導入を抑制していると考えられる．

病床数についてみると，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 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．他方で，公立病院や医育病院で高機能機種を選定するという傾向は看取されなかったから，機種選定は，経営主体や教育機能よりは，医療機関として期待される役割に依存するのかもしれない．

地域変数では, 1 年前の 2 次医療圏内の MRI 導入施設数が負の影響を示しているが統計的に有意にゼロとは異ならない．しかし，1.5 テスラ以上の MRI を導入している施設とそれ以外の施設数に分解してみると，1.5 テスラ以上の MRI を導入して

いる施設数は統計的に有意に正の影響を持つ一方で，それ以外の MRI を導入している施設数は統計的に有意に負の影響を持つ．これは，導入の意思決定に既存の MRI 数が影響を及ぼすことを示唆している．すなわち，周囲にすでに高機能な MRI があれば，高機能な MRI を導入しなければ患者を引きつけることが難しく，周囲に高機能な MRI が少なければ高価な高機能機種は有効な投資先ではないと考えているのかもしれない．もっとも，「他の医療機関を意識した」というダミー変数は機種選定に統計的に有意な影響を持っていない．これは，主観的な理由を尋ねるアンケート方式がもたらすバイアスのためかもしれない．

5. MRI の利用：検査件数

本節および次節では，導入された MRI の利用・稼働状況を分析する．本節では MRI の 1 日平均検査件数を扱い，次節では医療機関による採算性の評価を分析する．

5.1. 推定式

本節の推定式は，MRI の稼働状況を表す 1 日あたり平均検査件数（以下「平均検査件数」）を被説明変数とする以下の式

$$C_{ij} = \beta_{x2} X_{2ij} + \beta_{z2} Z_{2i} + u_{2ij} \tag{2}$$

である．ここで，被説明変数 C_{ij} が平均検査件数である．前節と同じく，X_{2ij} は医療機関 j の属性ベクトル，Z_{2i} は 2 次医療圏 i の属性ベクトルであり，β_{x2}，β_{z2} はそれぞれ対応する係数ベクトルである．u_{2ij} は誤差項を表す．

5.2. 変数と推定方法

被説明変数となっている平均検査件数はアンケート回収時での評価である．また，機器を複数台保有する医療機関には，最も稼働率の高い機器についての検査件数のみを尋ねているから，医療機関の保有するすべての MRI が対象ではなく，各医療機関で最も利用されている MRI が対象である．アンケート回収時の平均検査件数は現時点での状況に依存すると考えられるから，本節では導入年によるサンプル制限は行わない．

説明変数は前節とほぼ同じであるが，被説明変数が 2008 年時点での平均検査件数であることから，地域の MRI 導入施設数も 2008 年時点のものを用い，導入年次を除外した．また，前節で被説明変数として用いた高テスラダミー，導入形態ダミー[16]も追加している．医療機関での MRI 利用状況は周囲の MRI 導入状況にも依存すると考えられるから，前節と同様，1.5 テスラ以上の MRI を導入している施設数と，導入していない施設数（ともに対数変換値）を説明変数として追加した．医療

[16]購入（共同購入も含む）の場合は 1，リースの場合は 0 となる．

機関の MRI 導入時の意識やプロセスも説明変数として用いているが，これらは「直近の」MRI 導入時についての質問に対する回答から得られているから，本稿の分析では、「最も稼働率の良い機器」の検査件数が導入年の最も新しい機種の検査件数であると仮定することになる．

推定方法は OLS に加えて，2 段階最小 2 乗推定を用いる．MRI のテスラ数は平均検査件数に影響すると考えられるが，同時に，平均検査件数を予測して機種を選定する可能性もあるため，テスラ数が内生変数になる可能性があるからである．除外される操作変数として，導入 1 年前の 2 次医療圏内の 1.5 テスラ以上の MRI を導入している施設数と導入していない施設数（ともに対数変換値），2005 年以後の導入を表すダミー変数を用いた．これは，現在の利用状況は現在の周囲の状況に依存すると考えられる一方で，機種の選定は当時の状況に依存すると考えられるからである．

5.3. 推定結果

推定結果は表 6 のとおりである．（1）列は説明変数にテスラ数を含まず，（2）列は含んでいる．（2）を 2 段階最小 2 乗推定した結果が（3）に示されている．

地域変数のうち，2 次医療圏内の他の高機能 MRI 保有施設数は統計的に有意に負の影響を持つ．これは，周囲に高機能 MRI を保有している施設がある場合，検査がそちらで行われるという効果を検出していると考えられる．人口・所得の係数は通常の有意水準で統計的にゼロと異ならない．2 次医療圏ごとに人口構成等が異なり，MRI による検査を必要とする人口が異なる可能性は十分にあるから，地域変数の係数がゼロであることは，MRI による検査を多く必要とするような地域にもすでに MRI が普及していることを示唆するのかもしれない．

医療機関の属性は平均検査件数と統計的に有意な相関関係を示している．導入時に最重要視した点についてみると，とくに「患者ニーズ」と「対外イメージ」を最重要視して MRI を導入した医療機関では平均検査件数が少なくなる傾向が見られる．「患者ニーズ」を最重要視したと答えた医療機関は，MRI による検査を必要とする患者が存在することを重く見ており，そのような患者の多寡にはそれほど気にしていないのかもしれない．「対外イメージ」を重視した医療機関で平均検査件数が少ないのは，前節でも述べたように，MRI は広告宣伝の道具となっており，実際の利用がそれほど重視されていない現われかもしれない．この負の係数は，MRI の存在が当該医療機関に患者を集めたことまでも否定しているわけではないことには注意する必要があろう．

「他の医療機関を意識して」MRI を導入した医療機関では，平均検査件数が少なくなっている． これは，周囲の医療機関に対する競争意識から導入したものの，十分な検査需要が確保できず，検査件数が少なくなっていると解釈されよう．

医療機関の規模についてみると，診療所に比べて病床数 200 床未満の病院で平均検査件数が少ない傾向が看取される．逆に，統計的に有意に検出されていないケースもあるが，病床数の多い病院では平均検査件数が多くなる傾向も認められる．このような傾向の原因は明らかではないが，患者の重症度の違いや，経営者の態度の

差を反映しているのかもしれない．

公立病院や医育病院では平均検査件数が少ない傾向が見られる．このことは逆に，民間病院や医育病院でない病院で平均検査件数が多くなりがちであることを示している．これらの病院は公立・医育病院に比べて医業の収益性を気にしているのかもしれず，そうだとすればこの結果は医師誘発需要や防衛診療に起因しているのかもしれない．また，テスラ数の高い MRI ほど平均検査件数が多い．

6. 採算性

前節では MRI が用いられる平均検査件数を被説明変数とする回帰分析を行ったが，本節では，医療機関の主観的な採算性を被説明変数として採用する．平均検査件数は MRI の採算性と密接に連関するものの費用面を考慮してはいないから，本節の分析は前節と補完的な関係にある．

6.1. 推定式

3 節で述べたように，本稿で用いているアンケート調査では，調査時点での MRI の採算性の評価を質問している．ただし，その質問方法からわかるように，調査時点での採算性の評価を質問しているのは，導入時点で採算性を検討した医療機関に対してのみである．すなわち，導入時点で採算性を検討していない医療機関に対しては調査時点での採算性の評価を質問していない．それゆえ，本節での推定式は以下のとおりである．

$$S_{ij} = \beta_{x3} X_{3ij} + \beta_{z3} Z_{3i} + u_{3ij} \tag{3}$$

$$R_{ij} = \beta_{x4} X_{4ij} + \beta_{z4} Z_{4i} + u_{4ij} \tag{4}$$

推定式（3）の左辺 S_{ij} は，実際に機器の採算がとれていると回答したとき 1，とれていないと回答したとき 0 となるダミー変数である．質問方法の構成から，導入時点で採算性を検討していないと回答した医療機関についての S_{ij} は観測されない．したがって，（3）式の推定には標本選択バイアスが発生する恐れがある．このバイアスを除去するため，導入時点で採算性を検討したかどうかのダミー変数 R_{ij} を被説明変数とする選択方程式（selection equation）を（4）式として設定して，バイアスを除去するために Heckman の 2 段階推定（Heckit）を用いる．これまでと同じく，X_{3ij}，X_{4ij} は医療機関 j の属性ベクトル，Z_{3i}，Z_{4i} は 2 次医療圏 i の属性ベクトルであり，β_{x3}，β_{x4}，β_{z3}，β_{z4} は対応する係数ベクトルである．u_{3ij}，u_{4ij} は誤差項である．

6.2. 変数と識別

アンケートに回答した医療機関が採算性を評価しているのは，直近に導入した

MRI についてであり，評価はアンケート回答時のものである．アンケート回収時の評価は現時点での状況に依存すると考えられるから，本節では導入年によるサンプル制限は行わない．その結果，サンプルサイズは 546 である．

説明変数は前節とほぼ同じである．すなわち，医療機関に関する変数として，導入時に最重要視した点・他の医療機関への意識の有無，導入形態，導入時の検討委員会の有無，意見の最も反映された部局，導入時点，DPC の適用の有無，公立病院・大学病院を用い，2 次医療圏の属性として 1.5 テスラ以上の MRI を導入している施設数と導入していない施設数・人口・面積・所得（ともに対数変換値）を採用した．

本稿の Heckit の第 1 段階は機器の採算性を検討したか否かの決定についてであり，第 2 段階が実際に採算が確保できたか否かである．第 1 段階の推定では，第 2 段階の逆ミルズ比（Heckman’s lambda）を識別するために，第 2 段階で用いる説明変数以外に少なくとも 1 つ以上の外生変数が必要となる．そこで，対象となっている MRI の導入 1 年前の 2 次医療圏内の MRI 施設数と 2005 年以降導入ダミーを選択方程式の追加的な説明変数として採用した．

6.3. 推定結果

表 7 には Heckit の結果と，「採算性を検討した」という医療機関のみを対象として採算性の評価についての線形確率関数を通常の OLS によって推定した結果を掲げた．Heckit の第 2 段階の推定では，逆ミルズ比の係数が統計的にはゼロと異ならず，標本選択バイアスがないという帰無仮説は棄却できなかった．じっさい，Heckit と通常の OLS の推定結果は大きな違いはないように思われる．

立地する 2 次医療圏に関する人口や所得の係数を見てみると，統計的にゼロと有意に異なるケースはほとんどなく，MRI を導入した医療機関の MRI の採算性への評価は地域要因にはそれほど依存していないことが示唆される．ただし，圏内での MRI 施設数には負の係数が推定されている．これは，医療機関間の競争が激しく，採算がとれていないことを示唆しているのかもしれない．

医療機関の属性のいくつかは採算性の評価と統計的に有意な相関を示している．導入時に最重要視した点については，「医師の確保」と「対外イメージ」を最重要視した医療機関では採算性の評価が低くなりやすい．前節までに検討したように，「医師の確保」を選択した医療機関では低機能な MRI を導入する傾向があり，また平均検査件数も少なくなりがちである．すなわち，「医師の確保」を最重要視した医療機関では比較的低価格な機種を導入しているにもかかわらず検査件数は少なく，採算も確保できていない状況が示唆される．他方，「対外イメージ」を最重要視した医療機関では高機能な MRI を導入する傾向があるが，平均検査件数が少なくなる傾向は統計的には認められない．したがって，「対外イメージ」を最重要視した医療機関では比較的高価格な機種を導入したものの，検査件数が伸び悩んだために採算を確保しにくくなっていると考えられよう．

医療機関の規模との関係を見てみると，診療所に比べて，病床数が 100～199 床の病院で採算性の評価が統計的に有意に下がっている．診療所と比較すると，これらの比較的小規模な病院では高機能な MRI を導入しているが平均検査件数は少な

い傾向があるから，高価格の MRI を導入したものの検査件数を確保できていないことが採算性悪化の原因かもしれない．

公立病院・医育病院もその他の医療機関に比べて採算性が低くなりがちであることがわかる．この結果は平均検査件数が少ないという前節の結果と整合的であるが，公立病院・医育病院は民間医療機関に比べて MRI を高額で購入している（南部 2006）ことに起因する可能性もある．いずれにせよ，採算性はそれほどの優先事項とはされていないのかもしれない．

7. おわりに

日本の人口あたり MRI 設置台数の多さは国際的に抜きんでている．本稿では，MRI を保有している日本国内の医療機関を対象としたサーベイ調査の個票を用い，医療機関の属性，立地している地域の属性，MRI 導入時に重視した点や導入プロセスが，機器の機種選定や稼働状況とどのように関わるかを検討した．その結果，MRI の機種選定や機器の稼働状況は，機器導入時の医療機関の意識、施設の規模などの属性に影響されていることが確認された．「患者のニーズ」や「採算性」を最も重視した施設は相対的に検査件数が少なく，中でも「患者のニーズ」を最重視した施設の検査件数はとくに少ない傾向がある．これらの施設は低機能の機種を選択しており，MRI を保有してほしいという患者のニーズに応えることを第一義としたものと考えられるが，実際には十分な数の需要がなく稼働していないと推察される．また，「対外イメージ」を重視した施設は，新規の患者獲得をめざして他の医療機関との差別化を図るため高機能の機種を選定する傾向がある．病床数別にみると，20 床以上 200 床未満の施設は，診療所に比べて稼働状況が低いか，変わらないとの結果を得た．病院は診療所よりも高次の医療機能を担うことが期待されているにもかかわらず，小規模の病院では診療所よりも検査需要がないためかもしれない．開設主体別にみると，公立病院や大学病院は，他の施設に比べて稼働状況が低く，採算がとれていない確率が高い．また，立地する 2 次医療圏内に 1.5 テスラ以上の MRI を持っている施設が多いほど，高機能な MRI が購入されやすく，検査件数が少なくなりやすい．周囲の医療施設との競争の影響と考えられよう．

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，調査の回答率は必ずしも高くなく，回答の有無によるサンプル・セレクションバイアスを十分に制御できていないかもしれない．第 2 に，導入時に最重要視した点は医療機関のサーベイ調査に対する回答であるから，真の選好とは異なる可能性を否定できない．第 3 に，導入プロセスと導入機種・稼働状況は逆の因果をもっているかもしれないが，計量経済学的な内生性の問題に十分対処できていないかもしれない．

本稿の分析は，医療機関の MRI 機種選定やその後の機器の稼働状況と，医療機関や地域の属性との関連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．日本の医療機器が「過剰」なのではなく，他の先進各国で機器が「過少」である可能性も完全には否定できない．望ましい医療政策の立案にはな

んらかの基準に照らした過剰・過少の評価が必要となろう．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.

Baker, Laurence C. (1997) The effect of HMOs on fee-for-service health care expenditures: evidence from Medicare, *Journal of Health Economics* 16, 453-481.

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.

Baras, Jacqueline D., Laurence C. Baker (2009) Magnetic resonance imaging and low back pain care for Medicare patients. *Health Affairs web Exclusive*, w1133-w1140.

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.

Masm, Núria. Janice Seinfeld. (2008) Is managed care restraining the adoption of technology by hospitals ? *Journal of Health Economics* 27, 1026-1045.

Newhouse, Joseph P. (1970) Toward a theory of nonprofit institutions: An economic model of a hospital. *American Economic Review* 60, 64-74.

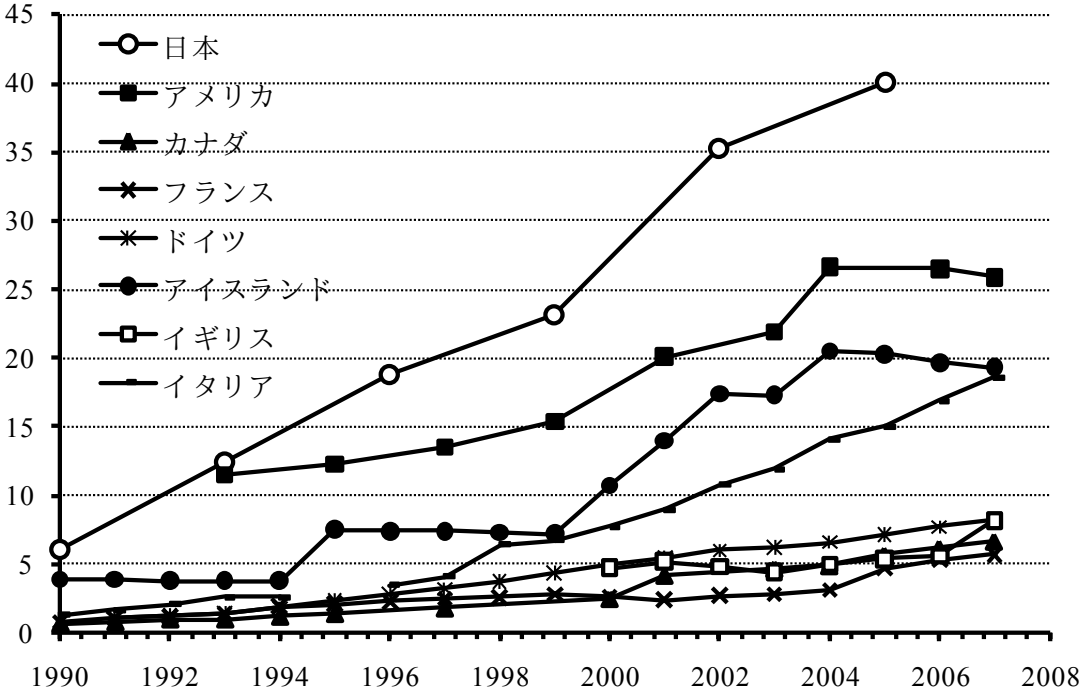
Oh, Eun-Hwan, Yuichi Imanaka, Edward Evans. (2005) Determinants of the diffusion of computed tomography and magnetic resonance imaging. *International Journal of Technology Assessment in Health Care* 21, 73-80.

Pauly, Mark, Michael Redisch (1973) The not-for-profit hospital as a physician' cooperative. *American Economic Review* 63, 87-99.

Revelli, Federico (2006) Performance rating and yardstick competition in social service provision. *Journal of Public Economics* 90, 459-475.
Schmidt-Dengler, Philipp (2006) The timing of new technology adoption : The case of MRI. mimeo, London School of Economics & Political Science.
Sloan, Frank A. (2000) Not-for-profit ownership and hospital behavior. *Handbook of Health Economics* 1, 1141-1174.
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.
医療経済研究機構（2007）「フランス医療関連データ集」
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
遠藤久夫（2005）「診療報酬制度の理論と実際」『講座　医療経済・政策学　第2巻　医療保険・診療報酬制度』第2章所収，勁草書房, 55-90.
遠藤久夫（2006）「医療と非営利性」『講座　医療経済・政策学　第 3 巻　保健・医療提供制度』第3章所収，勁草書房，　47-79.
OECD（2005）「世界の医療制度改革—質の良い効率的な医療システムに向けて—」明石書店
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.
河口洋行（2009）『医療の経済学』日本評論社.
大森正博・平川伸一ほか（2009）「医療制度の国際比較」財務省財務総合政策研究所「持続可能な医療サービスと制度基盤に関する研究会」報告書所収.
田中滋（2006）「わが国の医療提供体制の展開」『講座　医療経済・政策学　第3巻　保健・医療提供制度』第1章所収，勁草書房，1-22.
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.
マックペイク，B.，L. クマラナヤケ，C. ノルマンド（大日康史，近藤正英訳）（2004）『国際的視点から学ぶ医療経済学入門』東京大学出版会

「月刊新医療」第26巻6月号、第27巻6月号、第28巻6月号、第29巻6月号、第30巻6月号、第31巻6月号、第32巻6月号、第33巻6月号、第34巻6月号、第35巻6月号

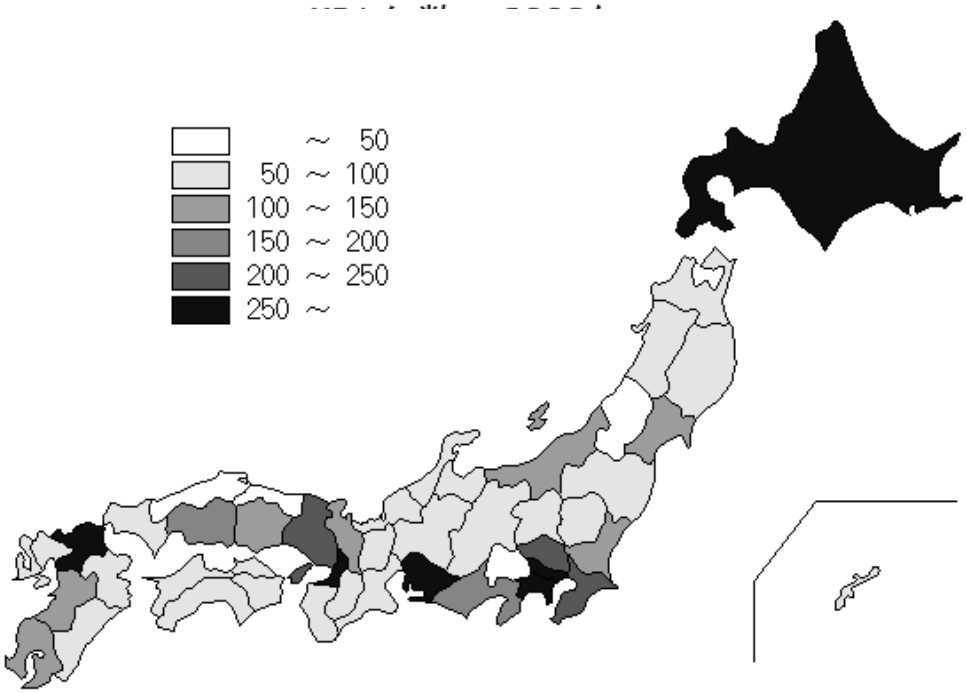
図 1．MRI 台数の国際比較



（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）

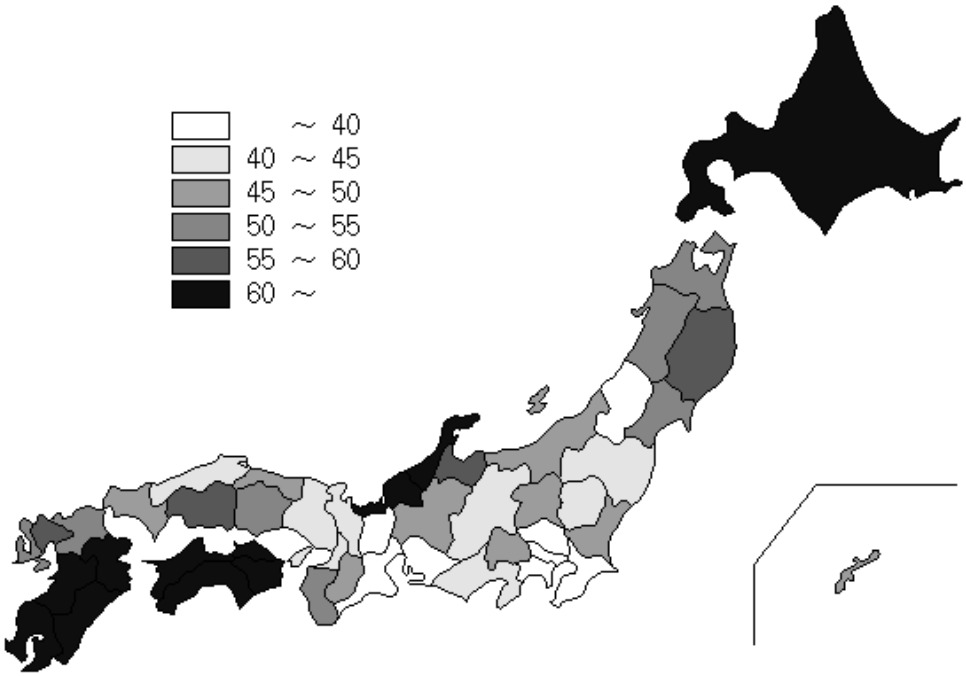
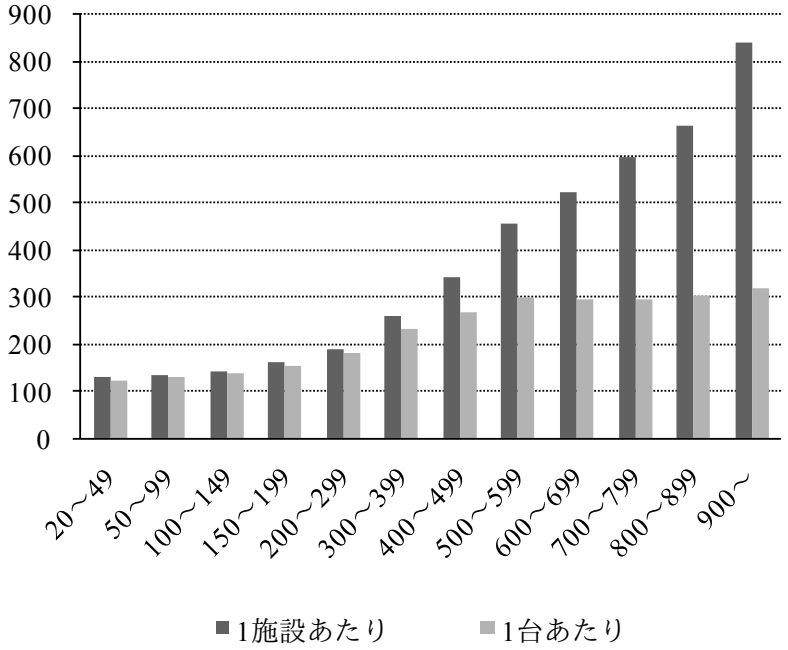


図 3．病床数と MRI 月間検査延数



（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

<table>
<tr><th>1985 年</th><th>1988 年</th><th>1990 年</th><th>1996 年</th><th>1998 年</th><th>2000 年</th><th>2002 年</th><th>2006 年</th></tr>
<tr><td rowspan="4">2000</td><td rowspan="4">2300</td><td rowspan="4">2100</td><td>頭部
1900</td><td>頭部
1680</td><td>頭部
1660</td><td>頭部
1140</td><td rowspan="2">1.5 テスラ
以上 1230</td></tr>
<tr><td rowspan="3">頭部以外
2000</td><td>躯幹
1800</td><td>躯幹
1780</td><td>躯幹
1220</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1.5 テスラ
未満 1080</td></tr>
<tr><td>四肢
1710</td><td>四肢
1690</td><td>四肢
1160</td></tr>
</table>

（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．

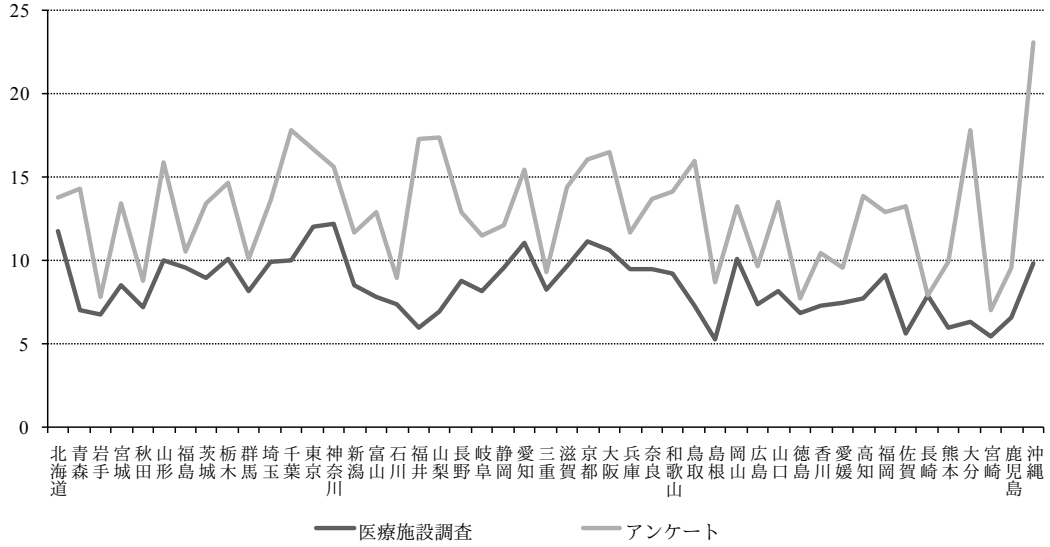
表 2．アンケート調査と他調査の比較

	標本平均	他調査平均	差	t 値
公立病院比率	0.23	0.17	0.06	4.02
	(0.01)	(0.01)		
一般病床数	262.58	208.03	54.55	6.00
	(8.45)	(3.34)		
1 日平均検査件数	14.0	8.5	5.5	10.09
	(0.48)	(0.26)		
テスラ数	1.09	0.98	0.11	4.50
	(0.02)	(0.01)		

（注）カッコ内は標準偏差．アンケート調査は 2008 年時点の計数．病床数・公立病院比率・テスラ数は「月刊新医療」と比較し，1 日平均検査件数は「2005 年医療施設調査」と比較.

図 4．都道府県別の比較

A. 1 日平均検査件数



B. テスラ数

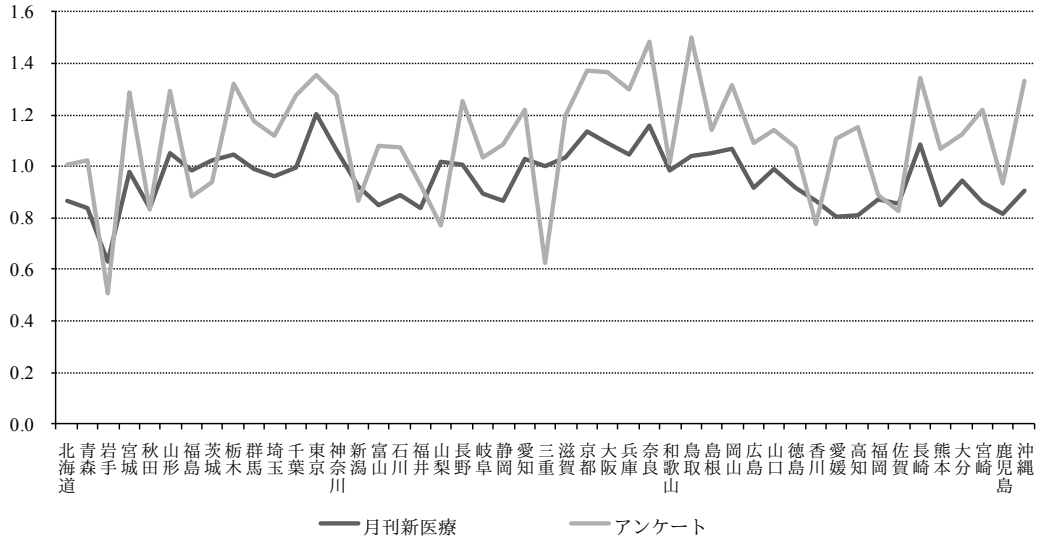


表 3．病院属性と導入機種，検査件数，採算性

A. 導入のときに最も重要視した点

	高テスラ	検査件数	採算検討	採算確保
採算性	0.409	13.543	0.970	0.724
他の医療機関	0.391	16.000	0.840	0.632
患者ニーズ	0.321	9.326	0.856	0.631
医師の確保	0.250	7.231	0.769	0.100
院内ニーズ	0.768	16.286	0.735	0.579
対外イメージ	0.643	9.448	0.815	0.429
医療機能他	0.720	15.856	0.841	0.611
全体	0.549	13.619	0.862	0.631

B. 一般病床数

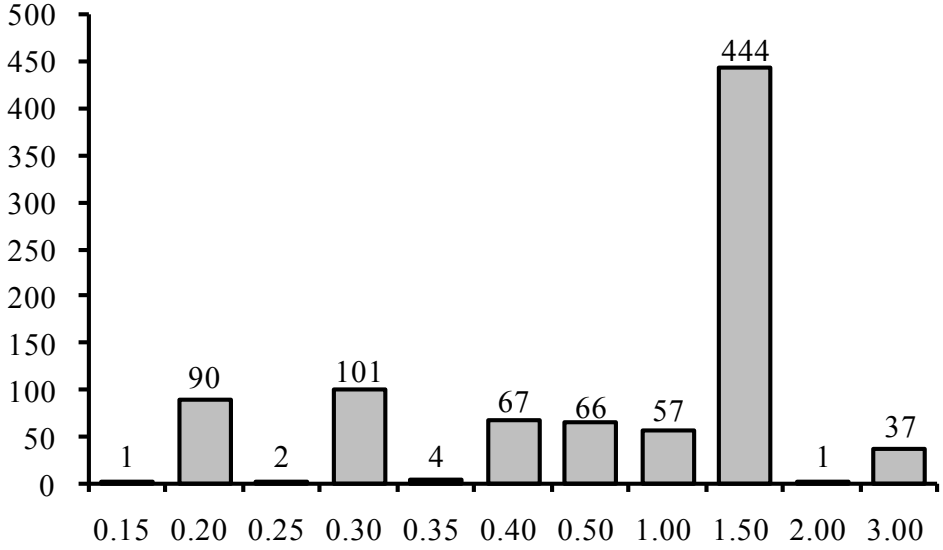
	高テスラ	検査件数	採算検討	採算確保
診療所	0.212	10.415	0.856	0.713
病床数 20～99	0.409	9.623	0.890	0.567
病床数 100～199	0.528	10.762	0.861	0.557
病床数 200～299	0.796	16.286	0.819	0.553
病床数 300～399	0.843	19.345	0.821	0.688
病床数 400～499	0.980	18.962	0.824	0.590
病床数 500 以上	0.938	25.911	0.896	0.706
全体	0.541	13.957	0.859	0.633

C. 公立・医育医療機関

	高テスラ	検査件数	採算検討	採算確保
医育	0.897	21.872	0.816	0.500
公立	0.761	14.686	0.812	0.500
その他	0.453	13.269	0.875	0.675
全体	0.541	13.957	0.859	0.633

（注）「高テスラ」は導入した MRI のテスラ数が 1.5 以上の比率，「検査件数」は 1 日 1 台あたり，「採算検討」は導入にあたって採算性を検討した比率，「採算確保」は導入にあたって採算を検討したうちで実際に採算が確保できている比率．

図 5．テスラ数の分布



（注）サンプル内のもの.

表 4．標本統計量

	平均	標準偏差	最小値	最大値
導入した MRI が 1.5 テスラ以上	0.554	0.497	0	1
検査件数	14.037	14.541	0	223
採算が確保できた	0.633	0.482	0	1
採算の確保を検討しない	0.142	0.349	0	1
地域変数				
MRI 施設数（>=1.5T）	11.699	12.025	0	58
MRI 施設数（<1.5T）	14.433	16.868	0	96
65 歳以上人口（人）	131,969	106,694	8,530	529,692
15～64 歳人口（人）	472,524	427,800	13,680	1,749,851
15 歳未満人口（人）	95,239	80,672	2,767	347,334
面積（ha）	111,269	122,570	6,352	1,083,120
平均課税所得（百万円）	1.418	0.437	0.718	3.945
医療機関変数				
最重要ポイント：採算性	0.229	0.420	0	1
最重要ポイント：他の医療機関	0.029	0.168	0	1
最重要ポイント：患者ニーズ	0.213	0.409	0	1
最重要ポイント：医師の確保	0.015	0.122	0	1
最重要ポイント：院内ニーズ	0.098	0.297	0	1
最重要ポイント：対外イメージ	0.034	0.181	0	1
最重要ポイント：医療機能他	0.383	0.486	0	1
他の医療機関への意識	0.625	0.484	0	1
導入形態（購入）	0.655	0.476	0	1
委員会	0.435	0.496	0	1
意見の反映された部局：院長	0.478	0.500	0	1
意見の反映された部局：放射線科医・技師	0.308	0.462	0	1
診療所	0.273	0.446	0	1
病床数 20～99	0.182	0.386	0	1
病床数 100～199	0.178	0.382	0	1
病床数 200～299	0.105	0.306	0	1
病床数 300～399	0.092	0.288	0	1
病床数 400～499	0.058	0.233	0	1
病床数 500 以上	0.113	0.317	0	1
公立	0.172	0.378	0	1
医育	0.230	0.421	0	1
2005 年以降に導入	0.042	0.202	0	1

（注）2 次医療圏内の MRI 数は 2008 年，人口・所得は 2005 年の値.

表 5．機種の選定：Probit

	係数	S.E.	ME		係数	S.E.	ME	
地域変数								
MRI 施設数	-0.007	(0.00)	-0.002					
MRI 施設数（>=1.5T）					0.042	(0.02)	0.014	**
MRI 施設数（<1.5T）					-0.034	(0.01)	-0.012	***
65 歳以上人口	-0.251	(0.40)	-0.087		-0.478	(0.41)	-0.164	
15～64 歳人口	1.270	(1.08)	0.440		1.501	(1.12)	0.516	
15 歳未満人口	-0.801	(0.93)	-0.277		-0.807	(0.96)	-0.278	
面積	-0.115	(0.08)	-0.040		-0.036	(0.09)	-0.012	
平均課税所得	-0.501	(0.43)	-0.174		-0.800	(0.45)	-0.275	*
医療機関変数								
最重要：採算性	-0.527	(0.18)	-0.193	***	-0.561	(0.18)	-0.205	***
最重要:他の医療機関	-0.162	(0.50)	-0.058		-0.268	(0.51)	-0.098	
最重要：患者ニーズ	-0.430	(0.20)	-0.156	**	-0.432	(0.20)	-0.156	**
最重要：医師の確保	-0.831	(0.50)	-0.320	*	-0.814	(0.51)	-0.313	
最重要：院内ニーズ	-0.167	(0.27)	-0.060		-0.155	(0.27)	-0.055	
最重要:対外イメージ	0.718	(0.35)	0.196	**	0.644	(0.34)	0.179	*
他機関への意識	0.005	(0.14)	0.002		0.050	(0.14)	0.017	
採算不検討	0.206	(0.23)	0.068		0.196	(0.22)	0.065	
委員会	0.396	(0.18)	0.135	**	0.412	(0.18)	0.139	**
意見反映：院長	-0.561	(0.20)	-0.192	***	-0.580	(0.20)	-0.197	***
意見反映:放射線科医	0.026	(0.23)	0.009		-0.054	(0.23)	-0.019	
病床数 20～99	0.557	(0.19)	0.171	***	0.557	(0.19)	0.170	***
病床数 100～199	0.823	(0.22)	0.236	***	0.878	(0.22)	0.245	***
病床数 200～299	1.811	(0.34)	0.353	***	1.797	(0.34)	0.347	***
病床数 300～399	1.294	(0.31)	0.299	***	1.324	(0.30)	0.298	***
病床数 500 以上	2.014	(0.40)	0.389	***	2.077	(0.42)	0.389	***
公立	-0.151	(0.23)	-0.053		-0.168	(0.23)	-0.059	
医育	-0.516	(0.49)	-0.195		-0.447	(0.49)	-0.167	
2005 年以降に導入	0.621	(0.15)	0.221	***	0.482	(0.15)	0.170	***
Log pseudolikelihood	-228.6				-224.4			
Pseudo R2	.3774				.3887			
Obs	554				554			

（注）被説明変数は，導入した MRI が 1.5 テスラ以上かどうかの 2 値変数．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．人口・面積は対数変換している．病院変数はすべてダミー変数.

表 6．1 日あたり平均検査件数：推定結果

	(1) OLS			(2) OLS			(3) 2SLS		
地域変数									
MRI 施設数（>=1.5T）	-0.123	(0.06)	**	-0.140	(0.06)	**	-0.189	(0.07)	***
MRI 施設数（<1.5T）	-0.129	(0.05)	**	-0.076	(0.05)		0.028	(0.07)	
65 歳以上人口	0.290	(0.19)		0.314	(0.19)		0.442	(0.23)	*
15～64 歳人口	0.320	(0.41)		0.145	(0.39)		-0.072	(0.47)	
15 歳未満人口	-0.242	(0.33)		-0.130	(0.31)		-0.117	(0.38)	
面積	-0.002	(0.03)		0.014	(0.03)		-0.001	(0.04)	
平均課税所得	-0.097	(0.11)		-0.061	(0.10)		-0.029	(0.11)	
医療機関変数									
最重要ポイント：採算性	-0.159	(0.07)	**	-0.074	(0.07)		0.050	(0.09)	
最重要ポイント：他の医療機関	0.006	(0.18)		0.111	(0.20)		-0.168	(0.24)	
最重要ポイント：患者ニーズ	-0.388	(0.08)	***	-0.295	(0.08)	***	-0.139	(0.10)	
最重要ポイント：医師の確保	-0.399	(0.13)	***	-0.176	(0.12)		-0.003	(0.26)	
最重要ポイント：院内ニーズ	-0.066	(0.07)		-0.064	(0.07)		-0.026	(0.10)	
最重要ポイント：対外イメージ	-0.209	(0.15)		-0.349	(0.13)	***	-0.634	(0.17)	***
採算の確保を検討しない	-0.065	(0.08)		-0.103	(0.07)		-0.104	(0.10)	
他の医療機関への意識	-0.105	(0.06)	*	-0.136	(0.06)	**	-0.166	(0.06)	***
導入形態（購入）	-0.189	(0.06)	***	-0.118	(0.06)	*	0.032	(0.08)	
委員会	0.156	(0.06)	**	0.114	(0.06)	*	0.008	(0.09)	
意見反映部局：院長	-0.091	(0.08)		-0.012	(0.07)		0.107	(0.10)	
意見反映部局：放射線科医技師	0.061	(0.06)		0.033	(0.06)		-0.009	(0.08)	
テスラ数				0.621	(0.07)	***	1.381	(0.35)	***
病床数 20～99	-0.191	(0.09)	**	-0.256	(0.09)	***	-0.326	(0.11)	***
病床数 100～199	-0.071	(0.10)		-0.201	(0.10)	**	-0.413	(0.15)	***
病床数 200～299	0.291	(0.11)	***	-0.004	(0.11)		-0.357	(0.22)	
病床数 300～399	0.461	(0.11)	***	0.193	(0.11)	*	-0.209	(0.21)	
病床数 400～499	0.601	(0.11)	***	0.297	(0.11)	***	-0.108	(0.25)	
病床数 500 以上	0.750	(0.12)	***	0.447	(0.12)	***	0.097	(0.23)	
DPC	0.178	(0.07)	***	0.188	(0.06)	***	0.161	(0.09)	*
公立	-0.237	(0.06)	***	-0.252	(0.06)	***	-0.283	(0.09)	***
医育	-0.308	(0.10)	***	-0.371	(0.09)	***	-0.415	(0.15)	***
定数	-1.469	(1.02)		-1.372	(1.00)		-0.622	(1.13)	
1 段階目の F 統計量							8.398		
Sargan 統計量							0.530		
R2	0.3392			0.4233			0.3173		
観測値数	738			704			539		

（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．人口・面積は対数変換している．病院変数はテスラ数以外すべてダミー変数．（3）で除外された操作変数は導入時の 1 年前の周囲の MRI 保有施設数（対数変換）と 2005 年以降に導入ダミー．

表 7．採算が確保できたか：推定結果

	OLS			Heckit		
地域変数						
MRI 施設数（>=1.5T）	-0.093	(0.05)	*	-0.084	(0.06)	
MRI 施設数（<1.5T）	-0.032	(0.05)		-0.036	(0.05)	
65 歳以上人口	0.119	(0.17)		0.135	(0.18)	
15～64 歳人口	0.353	(0.37)		0.301	(0.35)	
15 歳未満人口	-0.317	(0.30)		-0.282	(0.29)	
面積	-0.035	(0.03)		-0.038	(0.03)	
平均課税所得	-0.099	(0.09)		-0.070	(0.08)	
医療機関変数						
最重要ポイント：採算性	0.011	(0.06)		-0.009	(0.10)	
最重要ポイント：他の医療機関	0.025	(0.15)		0.010	(0.16)	
最重要ポイント：患者ニーズ	-0.044	(0.07)		-0.067	(0.07)	
最重要ポイント：医師の確保	-0.394	(0.14)	***	-0.387	(0.18)	**
最重要ポイント：院内ニーズ	-0.082	(0.09)		-0.088	(0.09)	
最重要ポイント：対外イメージ	-0.307	(0.14)	**	-0.338	(0.14)	**
他の医療機関への意識	-0.038	(0.05)		-0.052	(0.07)	
導入形態（購入）	-0.018	(0.05)		-0.015	(0.06)	
委員会	-0.014	(0.06)		-0.018	(0.06)	
意見反映部局：院長	-0.017	(0.07)		-0.015	(0.07)	
意見反映部局：放射線科医技師	0.021	(0.06)		0.025	(0.06)	
病床数 20～99	-0.118	(0.07)		-0.139	(0.07)	*
病床数 100～199	-0.144	(0.08)	*	-0.165	(0.08)	*
病床数 200～299	-0.110	(0.10)		-0.127	(0.09)	
病床数 300～399	-0.013	(0.11)		-0.031	(0.10)	
病床数 400～499	-0.067	(0.12)		-0.088	(0.12)	
病床数 500 以上	0.161	(0.09)	*	0.147	(0.12)	
DPC	-0.071	(0.07)		-0.064	(0.06)	
公立	-0.270	(0.07)	***	-0.272	(0.07)	***
医育	-0.350	(0.11)	***	-0.365	(0.11)	***
定数	-0.674	(0.89)		-0.563	(0.88)	
逆ミルズ比				-0.052	(0.31)	
R2	0.1313					
観測値数	483			546		
うち，uncensored				66		

（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．人口・面積は対数変換している．病院変数はすべてダミー変数．第 2 段階で除外された変数は，導入時の 1 年前に 2 次医療圏内で MRI を持っていた医療機関数と 2005 年以降導入ダミー．