

病院間競争が供給者誘発需要を生 む構造

～MRI 検査データによる実証分析～

大阪経済大学 岡島成治研究室

2025 年 12 月

磯崎結希

鍛治和香

川村結愛

島袋瑞生

濱田侑弥

宮脇渉多

要旨

日本では近年、高齢化の進展に伴い医療費が増加し続けている。この背景には、医療技術の高度化に加え、MRIをはじめとする高額医療機器の過剰導入と過剰利用の問題が存在する。

とりわけ、日本では高額医療機器の設置規制が存在しないため、医療機関による自由な導入が進み、市場は量的に飽和状態に達している。こうした環境下では、機器の更新に伴う高額な費用を回収するために、不必要な検査が増加する可能性がある。

この問題を解決するため、機器の導入および更新を適正化し、過剰なMRIの検査を抑制することで、高額医療機器の適正利用を推進する必要がある。

そこで本稿では、MRIを対象として、設備更新後に医療機関がどのような行動変化を示すのかに着目する。具体的には、2017年、2018年の病院単位の年次パネルデータを用いて、機器導入後における投資回収行動および収入補填行動の存在を定量的に検証する。

分析ⅠではLewbel (2012)に基づく操作変数付き固定効果モデルにより、機器の導入および更新とMRI撮影件数の因果関係を推定し、投資回収を目的とした撮影行動の有無を検証する。分析Ⅱにおいては、差分モデルを用いて、外来患者数の減少が撮影件数に与える影響を推定し、収入補填を目的に撮影件数を増加させているかを検証する。

推定結果は以下のとおりである。

- (1) 機器の更新を含む新規導入を実施した病院ほど、MRI撮影件数を増加させる傾向がある。
- (2) 外来患者数が減少した病院ほど、患者一人あたりのMRI撮影件数を増加させる傾向がある。

これらの結果は、病院が収益を維持するために撮影件数を増加させる、いわゆる収入補填行動を取っている可能性を示唆している。

上記の分析結果を踏まえ、以下の2つの政策提言を行う。

【政策提言Ⅰ】CON(Certificate of Need)制度の導入

MRIの更新を含む新規導入に対して、許認可制を導入することを提言する。これにより、地域ごとの医療需要に即した適正な機器台数の確保が可能となり、医療機関の過度な競争を緩和できると考えられる。

【政策提言Ⅱ】CDS(Clinical Decision Support)制度の導入

検査実施時に、診療ガイドラインに基づいた適正性評価や代替案を提示するCDS制度を導入することを提言する。これにより、医師が過剰なMRIの検査を実施しにくい環境を構築し、医療資源の効率的利用が促進される。

これら2つの制度を導入することで、不必要な検査の抑制および医療費の削減が期待さ

れるとともに、医療の質を維持しつつ持続可能な医療供給体制の構築が可能となる。

目次

要旨	2
目次	4
第1章 現状分析・問題意識	6
第1節 はじめに	6
第2節 MRIと供給者誘発需要の関連性	7
第1項 MRIおよびCTの特性	7
第2項 MRIの投資費用およびその回収圧力	7
第3項 MRI市場の飽和によって生じる問題	8
第3節 医療機器設置規制の不在の背景と対応策	10
第4節 研究の目的	11
第2章 先行研究および本稿の位置づけ	12
第1節 先行研究	12
第1項 高額医療機器導入の決定要因:競争と市場構造の影響	12
第2項 「供給者誘発需要」の存在	12
第2節 本稿の位置づけ	13
第3章 理論・分析	14
第1節 制度的妥当性と日本の医療制度	14
第2節 分析モデルと使用データ	15
第1項 分析Iのモデル式	15
第2項 分析IIのモデル式	16
第3項 使用データ	17
第3節 分析Iの結果	20
第4節 分析IIの結果	22
第5節 結果の妥当性検証	24

第1項 周辺病院の影響分析	25
第2項 診療ガイドラインの効果:CT との比較分析.....	27
第3項 共同利用制度の制度分析.....	30
第6節 分析結果のまとめ.....	33
第4章 政策提言.....	35
第1節 政策提言の方向性.....	35
第2節 政策提言	36
第1項 政策提言I:CON 制度.....	36
第2項 政策提言II : CDS 制度の導入	41
第3節 政策提言のまとめ.....	45
おわりに	46
参考文献・データ出典.....	47

第1章 現状分析・問題意識

第1節 はじめに

日本の医療費は 2023 年度に 47.3 兆円に達し、高齢化の進展とともに増加を続けている(厚生労働省, 2024)。医療費増加の背景には、医療技術の高度化だけでなく、MRI をはじめとする画像診断機器の過剰な導入と利用が指摘されている。日本の MRI 保有台数は人口 100 万人あたり約 57 台と、OECD 平均である 18.6 台の約 3 倍に達しており、撮影件数も国際的に突出して高い水準にある(OECD Health Statistics, 2021)。

一般に、各国で MRI の導入が過剰に進んだ背景には、装置の導入が新規患者の獲得につながり、医療機関にとって競争優位を確保する手段として機能してきたことがある。一方で、MRI は初期投資や維持費が高額であるため、一度導入すると、医療機関には費用回収のために撮影件数を増加させる誘因が働く。

さらに、こうした過剰な MRI の検査が生じる背景には、医療サービスに固有の情報の非対称性が存在する。患者は医学的知識が限られているため、検査や治療の必要性を自ら判断することが難しく、医師の判断に依存せざるを得ない。この情報の非対称性により、医療供給者は需要側(患者)ではなく供給側(医師・病院)の経済的動機によって医療サービスの提供量を増加させることが可能となる。この現象は「供給者誘発需要」と呼ばれ、医療経済学における重要な研究テーマである。

日本では、こうした一般的なメカニズムに加えて、医療制度の特性が MRI の過剰な導入と利用をさらに強めている。第一に、日本では MRI 設置台数に対する規制がなく、医療機関が自由に機器を導入できる。第二に、出来高払い制度の下で、撮影件数の増加が収入増加に直結する構造がある。これらの制度的特性が日本における MRI の導入と利用を過剰に促進してきた。

しかしながら近年、MRI をめぐる競争構造には変化が生じている。MRI 設置台数は長期的には増加してきたが、増加率は鈍化しており、2015 年以降は年率 2%前後で推移している。市場が量的飽和に達し、新規導入による患者獲得効果(extensive margin)は限定的となり、医療機関は競争の焦点は既存設備の活用度(intensive margin)へと移りつつあることを示唆している。そのため、過剰な MRI の検査による医療費負担の増加や、不要な検査による偽陽性リスク¹などの問題が今後一層深刻化する可能性がある(Watari et al. 2021)。

しかしながら、既存研究の多くは extensive margin に着目した分析が中心であり、

¹ 「異常なし」の人にも画像上「何か異常に見えるもの」が写りやすくなり、結果として医師が「陽性」と誤認し、実際には病気でないのに「病気の可能性あり」と診断してしまうリスク。

intensive margin における診療行動の変化を直接検証した研究はほとんど存在しない。extensive margin においては数量的な設置規制や補助金規制など、過剰導入を抑制するための政策手段が比較的明確であるのに対し、すでに装置が導入された intensive margin ではこれらの制度改革は有効性が限定的である。したがって、intensive margin において供給者誘発需要がどのように生じるかを実証的に明らかにし、診療行動の変化を通じた新たな政策介入の可能性を検討することは、日本の医療政策における喫緊の課題である。

第2節 MRI と供給者誘発需要の関連性

本項では、分析対象として高額医療機器の MRI に焦点を当てる。その理由を明確にするため、MRI の特性を整理する。また、MRI と同様に高額医療機器である CT との比較を行うことで、MRI が供給者誘発需要を検証する上で最適な分析対象であることを示す。さらに、日本における MRI 普及の実態と、規制の限界を把握することで、本項の問題意識を確認する。

第1項 MRI および CT の特性

MRI (Magnetic Resonance Imaging)とは、強力な磁場と電波を用いて身体の断面画像を撮影する装置である。撮影にあたって放射線を使用しないため、被ばくリスクが少ない。また、脳や脊椎など、動きの少ない部位の撮影に優れており、脳神経外科や神経内科の診療科に利用が集中する傾向がある(Ikegami et al. 2021)。

一方で、MRI と画像撮影方法に類似性がある CT (Computed Tomography)は、検査時に放射線を用いるため、被ばくリスクが存在する(日本学術会議,2017)。

したがって、CT は撮影の間隔を一定期間置かなければならないという制約があり、供給者誘発需要が発生しにくいと考えられる。一方で、MRI では CT のような制約がなく、検査実施の判断が医療機関に依存するため、供給者誘発需要が発生しやすいと考えられる。

本項は、過剰な MRI の検査が誘発しやすい MRI を中心に分析を行い、CT は比較対象として補足的に検討する。

第2項 MRI の投資費用およびその回収圧力

日本の出来高払い制度の下では、高額医療機器の導入が医療機関に強い投資回収圧力を生じさせ、その結果、過剰な MRI の検査を誘発する構造的な誘因が存在する。

MRI は医療機器の中でも特に高額な固定費を要する。初期投資額は機種により 1 億円～2 億円程度、年間保守費は 1,000 万～2,000 万円に達する。検査による収益は磁場強度(以下、テスラ: Tesla)によって異なり、原則としてテスラが高いほど診療報酬点数は大きくなる一

方、初期投資や維持費も高額化する。そのため、医療機関は診断精度の向上や競争力の維持を目的として、より高テスラの機器への更新を志向する傾向がある。しかしながら、高テスラ機器は投資負担をさらに増大させ、年間固定費を回収するためには数千件規模の検査が必要となる。表 1 に示すように、MRI の投資回収には長期間の稼働が不可欠であり、一定の撮影件数を維持できなければ赤字となる。このように、MRI には高額な投資費用の回収圧力が常に存在しており、とりわけ高テスラ機器を導入した医療機関では、その圧力がより強く作用すると考えられる。

表 1: MRI の投資回収と年間設備費用

MRI	撮影単価 (点)	1 台あたりの売上 (円/年)	初期投資 (円)	保守費 (円/年)	回収(年)
3.0テスラ以上	2,170	40,049,406	200,000,000	20,000,000	10
1.5~3.0テスラ以内	1,900	52,784,297	150,000,000	15,000,000	4
1.5テスラ以下	1,470	16,232,300	100,000,000	10,000,000	16

(2023 年 National Database オープンデータ(以下、NDB オープンデータ)、
病院経営の教科書 2021 年から筆者作成)

第 3 項 MRI 市場の飽和によって生じる問題

日本では、高額医療機器の設置を制限する制度が存在しない。こうした規制の不在が、医療機関の競争を通じた機器導入を促してきた。

医療機関が自由に機器を導入できる環境は、経済理論で指摘されてきた自由参入市場における過剰参入のメカニズムと密接に関係している。Mankiw and Whinston (1986)や Suzumura and Kiyono (1987)は、同質財市場において企業が自由に参入できる場合、社会的に最適な企業数を超えて過剰参入が生じることを理論的に示した。この「過剰参入定理」は、各企業の参入が既存企業から顧客を奪う「ビジネス・スティーリング効果」を引き起こすが、参入企業は社会全体の厚生への負の影響を考慮しないため、私的な参入インセンティブが社会的に過剰になることを指摘している。

フランスやドイツなど他の OECD 諸国とは異なり、日本の医療市場では設置規制が存在せず、この理論が予測するような過剰な MRI の導入が現実が生じてきた。具体的には、ある医療機関が MRI を導入すると、周辺の医療機関から患者を奪う効果(ビジネス・スティーリング効果)が発生し、それに対抗して他の医療機関も機器導入を進めるという連鎖的な動きが生じた(Ikegami et al. 2021)。その結果、2020 年時点で、日本の MRI 設置台数は人口 100 万人あたり約 57 台に達し、OECD 平均である 18.6 台を大きく上回っている(図 1 参照)。

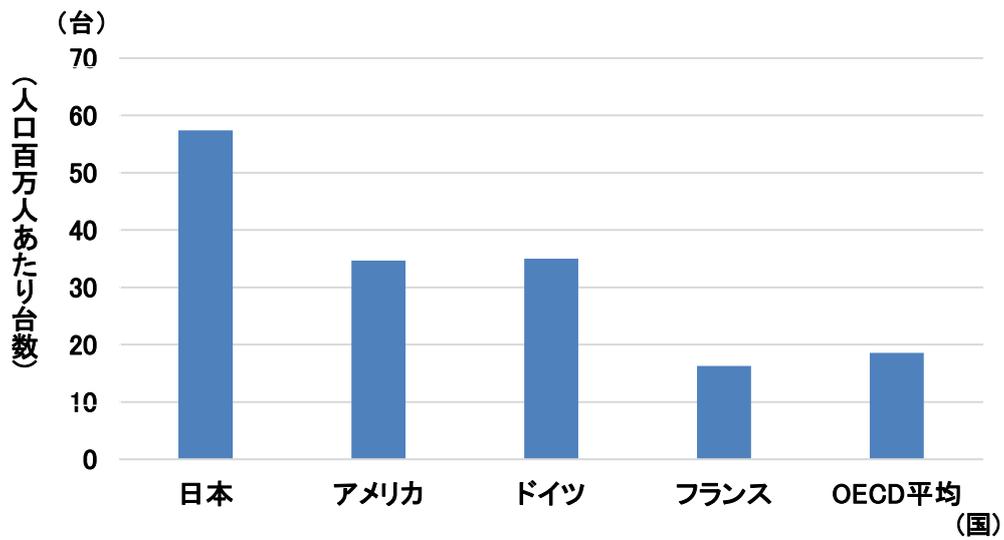


図 1:人口 100 万人あたり MRI 保有台数(2021 年)

(OECD Health Statistics 2021 より筆者作成)

一方で、図 2 に示すように、MRI 設置台数の増加率は長期的に鈍化している。2011 年には約 8.8%であった増加率は、2023 年には約 3.6%まで低下している。この傾向は、日本において MRI の新規導入がほとんど行われなくなっていること、すなわち市場が飽和状態に到達しつつあることを示している。

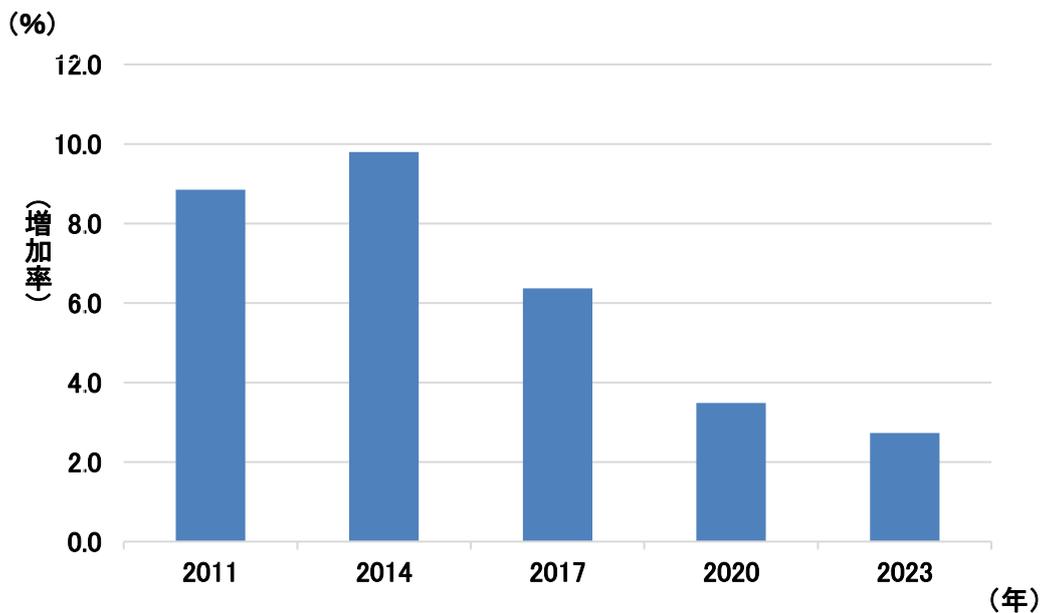


図 2: 2009 年基準における MRI 設置台数増加率(2009~2023 年)

(厚生労働省「医療施設調査」より筆者作成)

このような状態においては、MRI 市場において 2 つの経済的圧力が生じると考えられる。第一に、MRI 設備の更新に伴う高額な投資費用の回収圧力である。技術進歩により高性能機器が登場すると、医療機関は飽和状態の市場での競争力維持のために旧型機器を更新せざるを得ない。この際に生じる高額な投資回収の誘因(以下、投資回収圧力)が MRI 撮影件数の増加を誘発する可能性がある。第二に、外来患者数の減少に伴う収益減少収入補填行動である。MRI の高額な更新費用と固定費を回収するため、市場の飽和で患者数が減少した場合には、医療機関は既存患者に対する撮影件数を増やす傾向があるのではないかと考えられる(以下、収入補填行動)。

すなわち、競争の形態は、患者を獲得して収入を拡大するために MRI を新規導入する extensive margin から、既存の MRI 設備を更新することで性能を高める intensive margin へと移り変わったと考えられる。それに伴い、高額な更新費用と固定費を回収するため、既存患者に対する撮影件数を増加させるという新たな供給者誘発需要が生じている可能性がある。

第 3 節 医療機器設置規制の不在の背景と対応策

日本では、高額医療機器の設置台数を直接的に規制する制度は導入されていない。設置規制が存在しなかった理由として、高額医療機器の普及が病気の早期発見につながっているという指摘があったことが挙げられる(中央社会保険医療協議会総会, 2019)。

そのため、設置規制に代わる措置として、2018 年の医療法改正により、高額医療機器の更新を含む新規導入を行う医療機関に対し、共同利用制度の実施が求められるようになった。共同利用とは、高額医療機器を保有する医療機関に対し、保有していない医療機関が撮影・検査、あるいは患者の診療を業務委託する仕組みである。

しかしながら、この制度は任意の協力要請にとどまっており、図 3 に示すように、MRI の共同利用を実施している医療機関の割合は各年度とも 2 割未満にとどまっている。その結果、制度導入による明確な効果は確認されていない。さらに、共同利用を実施していない医療機関の約半数が今後も実施する意向がないと回答しており、制度の実効性は極めて限定的である(厚生労働省, 2019)。

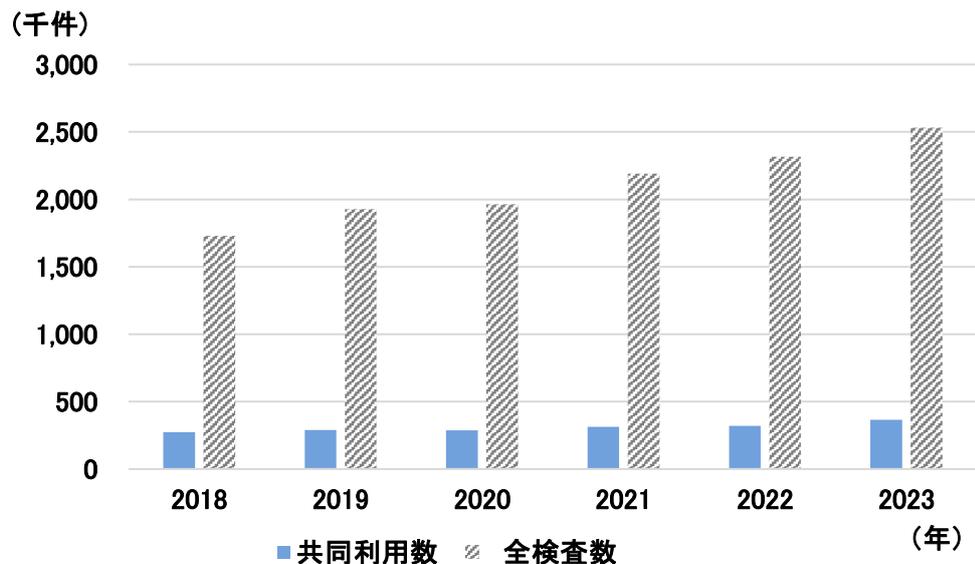


図 3: MRI の 3T における共同利用数と総利用数の推移

(厚生労働省「NDB オープンデータ」より筆者作成)

第 4 節 研究の目的

本項は、飽和状態にある日本の MRI 市場において供給者誘発需要が生まれるメカニズムを実証的に明らかにすることを目的とする。具体的には、市場が飽和した環境下で供給者誘発需要を生み出すと考えられる 2 つの要因に着目し、以下の点を検証する。

第一に、投資回収圧力の検証である。本項では、高性能機器の保有比率が撮影件数に与える影響を定量的に分析することで、投資回収圧力が実際に供給者誘発需要を生み出しているかを検証する。

第二に、収入補填行動の検証である。本項では、外来患者数の変化が患者一人あたりの MRI 撮影率に与える影響を分析することで、医療機関が実際に収入補填を目的とした供給者誘発需要を行っているかを検証する。

これら 2 つの分析を通じて、本稿は、飽和した MRI 市場において intensive margin でどのように供給者誘発需要が生じるのかを明らかにし、診療行動の理解と政策設計に対する知見を提供する。

第2章 先行研究および本稿の位置づけ

第1節 先行研究

本稿では、日本のMRI市場の飽和が供給者誘発需要をもたらしている可能性を実証的に分析する。本章では、この問題意識に基づき、高額医療機器の導入および診療行動に関する先行研究(1)導入を促進する要因、(2)供給者誘発需要の存在の2点から整理する。

第1項 高額医療機器導入の決定要因:競争と市場構造の影響

高額医療機器導入の決定要因に関する研究として、Schmidt-Dengler (2006)は1986～1993年の米国一般急性期病院データを用いて、病院間競争がMRI導入時期を早める効果を持つことを示した。Goto and Kato (2019)は日本の急性期病院を対象に、競争が高性能なCT導入を促進することを明らかにした。Reyes-Santias et al. (2023)はスペイン・ガリシア州の2006～2019年のパネルデータを分析し、病床数の多さがCT・MRI導入の主要因であることを示した。さらにDreger et al. (2021)はドイツの2010～2017年データを用いて、周辺病院の保有状況がMRI・PET導入確率を低下させる一方、CTでは影響が見られないことを報告している。

これらの研究は、競争が高額医療機器導入を促進する構造的な要因を明らかにしてきた。しかしながら、これらは主に「なぜ導入するか」という意思決定プロセスに焦点を当てており、「導入後にどのような診療行動の変化が生じるか」という因果関係は十分に検討されてきていない。そこで第2項では、機器導入が診療行動に与える影響、特に医療供給側が設備投資の回収を目的として必要以上の検査を行う「供給者誘発需要」の存在を検証した先行研究を紹介する。

第2項 「供給者誘発需要」の存在

供給者誘発需要を実証的に検証した研究として、Ikegami et al. (2021)は2005～2014年の日本の病院データを用いて、病院間競争がMRI導入と診療行動を通じて供給者誘発需要を引き起こすことを示した。MRI以外でも、Sekimoto and Ii (2015)は医師密度の高い地域で受診頻度が増加することを確認し、供給者誘発需要の存在を指摘した。Dzampe & Takahashi (2022)は、ガーナにおいて同様に医師密度の上昇が受診回数の増加を引き起こすことを明らかにした。Lavaste (2025)はフィンランド民間保険データから、民間保険会社直営診療所の参入によりレントゲン・超音波検査実施確率が低下したことを示し、参入前に供給者誘発需要が存在していたことを示唆した。さらにAlinia et al. (2021)はイランの整形外科デー

タを用いて、少なくとも 60%の検査が供給者誘発需要によるものであると推定した。Si et al. (2020)は、中国の個票データを用いて、情報の非対称性を利用した過剰な MRI の検査の存在について分析した。その結果、医療従事者と関係のない患者では外来 1 回あたり支出が有意に高く供給者誘発需要の存在を支持する結果が得られた。Chen et al. (2023)は、行動実験を行い、情報の非対称性が供給者誘発需要を発生させることを明示した。

しかしながら、既存研究には限界が存在する。我々の知る限り、MRI 市場が飽和状態に達した後の局面を対象とした研究はほとんど存在しない。例えば、Ikegami et al. (2021) の分析対象期間は 2005～2014 年であり、この時期は日本において MRI 設置台数が年率 3～5% で増加していた成長期に相当する。そのため、同研究では新規導入による競争(extensive margin)が主要な分析対象となっており、市場飽和後における既存設備の利用を通じた競争(intensive margin)については十分に検証されていない。

第 2 節 本稿の位置づけ

先行研究の多くは、MRI の新規導入や台数増加に着目し、医療機関が供給者誘発需要を生み出すメカニズムを主として導入段階(extensive margin)で明らかにしてきた。

しかしながら、市場が飽和した局面に特有の競争環境、すなわち既存設備の稼働率(intensive margin)に焦点を当て、供給者誘発需要がどのように生じ、強まるのかを検証した研究は乏しい。さらに、市場が飽和した段階では、医療機関の競争は、機器の新規導入競争よりも高性能機器への更新を通じた差別化に傾きやすい。

本項の新規性は、この飽和局面に着目し、(1)更新投資に伴う投資回収圧力、(2)患者数変動に対する収入補填行動、という 2 つの動機が、intensive margin における供給者誘発需要をどのように高めるのかを実証的に検証する点にある。具体的には、次の仮説を提示する。

仮説 1(投資回収圧力): 高性能機器への更新投資を実施した医療機関ほど、投資回収のために MRI 撮影件数を増加させる。

仮説 2(収入補填行動): 外来患者数が減少した医療機関ほど、収入補填のために患者一人あたり MRI 撮影件数を増加させる。

以上により、本稿は、飽和した MRI 市場における intensive margin での供給者誘発需要の発生メカニズムを特定し、診療行動の理解および政策設計(供給者誘発需要の抑制、医療費適正化)への知見を提供する。

第3章 理論・分析

第1節 制度的妥当性と日本の医療制度

日本の医療制度は、供給者誘発需要を識別する上で、制度的に自然実験的な環境を提供している。これは、価格や医療機関のアクセスといった需要側の要因が制度によって固定されており、医療供給側の行動差を比較的純粋に観察できる3つの構造的特徴を有するためである。

第一に、出来高払い制度と全国一律の診療報酬である。日本では、診療報酬制度として出来高払い制度が採用されており、医療機関は提供した医療行為ごとに報酬を受け取る。さらに、診療報酬点数は全国一律に定められているため、地域や医療機関による価格差は存在しない。このため、診療行為の増減は価格変動による需要変化の影響を受けず、観察される撮影件数や稼働率の差は、主として医療機関側の行動によって生じると解釈できる。この制度設計は、価格弾力性を排除し、供給者誘発需要の因果効果を識別する上で有利な条件を提供している。

第二に、高額医療機器の設置に対する規制が存在しない点である。日本では、MRIやCTといった高額医療機器の設置に関して、行政による数量的な許認可制度が存在しない。そのため、医療機関は経営判断に基づいて自由に機器を導入できる。この環境は、医療供給者が投資回収や稼働率の上昇を目的として撮影件数を調整する行動インセンティブを持つ構造的条件を形成している。

第三に、フリーアクセス制度による選択バイアスの低減である。日本のフリーアクセス制度では、イギリスのような家庭医による紹介制度が存在せず、患者の医療機関選択が制度的に制約されない。このことは、供給者誘発需要を識別する上での利点となる。なぜならば、制度的な患者割り当てが存在しないため、病院特性(立地・規模・専門性など)を統制すれば、患者の医療機関選択に起因する内生性を一定程度緩和できるためである。すなわち、フリーアクセス制度は、患者の自由選択を前提とした環境において、供給者側の行動変化をより明確に識別するための制度的条件を提供している。

以上のように、日本の医療制度は、(1)価格が固定された出来高払い制度、(2)導入規制の不存在による設置台数の飽和、(3)患者の自由選択を保障するフリーアクセス制度という3つの特徴を備えている。これらの制度的条件は、需要側の変動を抑制しつつ、医療機関の行動的インセンティブが供給者誘発需要にどのように結びつくかを識別するための環境を提供している。したがって、この環境下でMRIの高テスラ比率や患者数減少に対する反応を分析することで、競争や報酬制度といった外的誘因が弱い状況における供給者誘発需要の行動メカニズムを実証的に明らかにすることができる。

第2節 分析モデルと使用データ

第1項 分析Iのモデル式

本項では次の仮説を検証する。

仮説 1: 高性能機器への更新投資を実施した医療機関ほど、投資回収のために MRI 撮影件数を増加させる。

この仮説を検証するために、以下の回帰式を用いる。

$$\ln(S_{h,t,\gamma}) = \alpha + \beta_1(\text{high_share}_{h,t,\gamma}) + \beta_2 \ln(N_{h,t,\gamma}) + X'_{h,t,\gamma}\beta + Y'_{h,t,\gamma}\delta + \gamma_r + \delta_t + \varepsilon_{h,t,\gamma}$$

ここで、被説明変数 $\ln(S_{h,t,\gamma})$ は、 t 年における γ 地域にある病院 h の MRI 撮影件数の自然対数である。

主要な説明変数は $\text{high_share}_{h,t,\gamma}$ であり、病院が保有する MRI 装置のうち、高テスラ(1.5 テスラ以上)の装置の比率である。高テスラ機器は診療報酬単価が高いため、更新投資後の収益拡大行動を捉える指標となる。

外来患者数の対数值($\ln(N_{h,t,\gamma})$)は当該年の病院の外来患者数である。この指標は、診療量のスケール効果を統制するために導入する。

$X'_{h,t,\gamma}$ は病院属性を表す説明変数ベクトルであり、設置主体(公立/私立)、脳神経外科、神経内科、病院機能評価、救急告示病院、特定機能病院、地域医療支援病院の各ダミー変数を含む。これらを統制する理由は、制度的妥当性を確保するためであり、病院の経営形態や専門性、機能的役割の違いが MRI の稼働水準や導入行動に影響を与える可能性があるためである。

$Y'_{h,t,\gamma}$ は地域属性を表す説明変数ベクトルであり、高齢者割合を含む。これらを統制する理由は、医療需要の地域的要因を考慮するためである。

γ_r は二次医療圏固定効果、 δ_t は年固定効果であり、これらの固定効果を導入して地域差・年差を統制する²。また、 $\varepsilon_{h,t,\gamma}$ は誤差項を表す。

² 二次医療圏固定効果は、同一医療圏内に共通する医療供給体制(例:地域ごとの病床密度、医師数、他院の機器保有構成など)の影響を統制するために導入する。医療圏ごとに設備投資や競争環境が異なるため、地域ごとの観測できない特性を除去できるからである。年固定効果は、医療技術の進歩や診療報酬改定など、すべての病院に共通して影響する時間的な要因を考慮するために導入する。

内生性への対応

高テスラ比率は病院の経営的判断や地域ごとの医療需要と同時に決定される可能性があり、内生性が生じる恐れがある。具体的には、以下の2つの経路が考えられる。第一に、逆の因果関係の問題である。MRI撮影件数が多い病院ほど、収益を背景に高テスラ機器への投資余力が大きくなる可能性がある。第二に、欠落変数バイアスの問題である。病院の経営方針や医師の診療スタイルなど、観察できない要因が高テスラ比率とMRI撮影件数の両方に影響を与える可能性がある。

本分析では、データセット内に内生性に対処し得る適切な外生的操作変数が存在しなかったため、Lewbel (2012)に基づくheteroskedasticity-based IV推定を採用した。この手法は、外部の操作変数が利用できない場合に、誤差項の不均一分散構造を利用して外生的操作変数を内部的に構築するものである。

具体的には、第一段階で高テスラ比率を外来患者数、高齢者割合および病院属性で回帰し、その残差 $\hat{v}_{h,t,\gamma}$ を取り出す。そのうえで、外来患者数と高齢者割合の各連続変数 x_j について、

$$z_{x_j} = (x_{j,h,t,\gamma} - \bar{x}_j) \times \hat{v}_{h,t,\gamma}.$$

により操作変数を作成する。これは、外生変数の平均からの乖離と誤差項の相関を利用することで、内生変数を説明する外生的な変動を抽出する。本手法の妥当性は、(1)誤差項に不均一分散が存在すること、(2)外生変数と誤差項の間に相関がないこと(除外制約)、という2つの条件に依存している。

第2項 分析IIのモデル式

本項では次の仮説を検証する。

仮説2: 外来患者数が減少した医療機関ほど、収入補填のために患者一人あたりMRI撮影件数を増加させる。

この仮説を検証するために、(Ikegami et al. 2021)が利用した差分回帰モデルを利用する。

$$\Delta \ln CR_{h,t,\gamma} = \pi \Delta \ln(N_{h,t,\gamma}) + X'_{h,t,\gamma} \beta + Y'_{h,t,\gamma} \delta + \varepsilon_{h,t,\gamma}.$$

ここで、被説明変数 $\Delta \ln CR_{h,t,\gamma} = S_{h,t,\gamma}/N_{h,t,\gamma}$ は t 年における γ 地域にある病院 h の患者一人あたりのMRI撮影率を表す。

$S_{h,t,\gamma}$ はMRI撮影件数、 $N_{h,t,\gamma}$ は外来患者数である。差分記号 Δ は年次間の変化を示す。

主たる説明変数 $\Delta \ln(N_{h,t,\gamma})$ は外来患者数の対数差分であり、外来患者数の変化率を表す。また、このモデルの説明変数ベクトルは分析Iと同様であり、 $\varepsilon_{h,t,\gamma}$ は誤差項である。

本分析の注目すべき点は、外来患者数の変化に対する患者一人あたりのMRI撮影件数の反応係数 π である。 $\pi < 0$ の場合、外来患者数が減少した際に一人あたりのMRI撮影件数が上昇することを意味する。この場合、医師が減少する患者数を補う形で検査頻度を高めるという供給者誘発需要が存在する可能性を示唆する。一方で、医師が純粋に医学的判断のみに基づいてMRI検査を実施している場合は、患者数の変化にかかわらず一人あたりのMRI撮影件数に有意な変化は生じないと考えられる。

第3項 使用データ

本稿では、2017年、2018年の病院ごとの年次パネルデータを使用する。表2は分析で使用する変数とその算出方法、出典である。また、表3は記述統計量である。

本分析においては、病院単位の情報として、厚生労働省が公表している「病床機能報告」と「医療情報ネット(ナビイ)」を主なデータソースとして用いる。「病床機能報告」より、各病院の所在地、所属する二次医療圏、高額医療機器の設置状況、並びに設置主体に関する情報を取得した。また、救急告示病院や地域医療支援病院など中核的医療機関を考慮することで、地域医療体制や医療資源の偏在を分析に反映させる。次に「医療情報ネット(ナビイ)」より、一日平均外来患者数および年間のMRI撮影件数に関するデータを取得した。加えて、住民基本台帳に基づく市町村別の年齢別人口データを用いて、65歳以上人口を高年齢者人口として算出し、市町村の面積で割ることでその市町村の高年齢者割合を求めた。

表 2: 使用変数の定義と出典

変数名	変数の定義・算出方法	出典
<i>N</i> 一日平均外来患者数(人)	一日平均外来患者数	厚生労働省「医療情報ネット(ナビイ)」 医療介護情報局「医療機能情報(ナビイ)」
MRI設置台数(台)	MRI3T以上+1.5T以上3T未満+MRI1.5T未満	厚生労働省「病床機能報告」
<i>S</i> 年間MRI撮影件数(件)	MRI撮影実施件数合計	厚生労働省「医療情報ネット(ナビイ)」 医療介護情報局「医療機能情報(ナビイ)」
<i>high_share</i> 高テスラ比率	(MRI3T以上+1.5T以上3T未満)÷MRI設置台数	厚生労働省「病床機能報告」
一般病床数(床)	開設許可を受けている病床数	厚生労働省「病床機能報告」
救急告示病院ダミー	告示されていれば1、それ以外なら0とする ダミー変数	厚生労働省「病床機能報告」
特定機能病院ダミー	承認されていれば1、それ以外なら0とする ダミー変数	厚生労働省「病床機能報告」
地域医療支援病院ダミー	承認されていれば1、それ以外なら1とする ダミー変数	厚生労働省「病床機能報告」
病院機能評価ダミー	一般病院1なら1、一般病院2なら2、一般病院3 なら3、それ以外なら0とするダミー変数	公益財団法人日本医療機能評価機構 「病院機能評価結果の情報提供」
神経内科ダミー	主とする診療科が神経内科の場合1、 それ以外なら0とするダミー変数	厚生労働省「病床機能報告」より筆者作成
脳神経外科ダミー	主とする診療科が脳神経外科の場合1、 それ以外なら1とするダミー変数	厚生労働省「病床機能報告」より筆者作成
公立病院ダミー	公立病院なら1、それ以外なら0とする ダミー変数	厚生労働省「病床機能報告」より筆者作成
高齢者割合(%)	(年齢65歳以上÷総数)×100	総務省「住民基本台帳に基づく人口、人口 動態及び世帯数」
CT設置台数(台)	CTマルチスライス64列以上+16列以上64列 未満+16列未満	厚生労働省「病床機能報告」
<i>S_{CT}</i> 年間CT撮影件数(件)	CT撮影実施件数合計	厚生労働省「医療情報ネット(ナビイ)」 医療介護情報局「医療機能情報(ナビイ)」
<i>high_shareCT</i> 高スライス比率	(CTマルチスライス64列以上+16列以上64列 未満)÷CT設置台数	厚生労働省「病床機能報告」
共同利用実施有無	アンケート調査において、共同利用を実施 してあれば1、それ以外なら0とする	筆者作成

表 3:記述統計量(全サンプル)

	観測値	平均値	標準偏差	最小値	最大値
<i>N</i> : 一日平均外来患者数(人)	2,930	400.612	380.778	0.3	2,331
MRI設置台数(台)	2,930	1.332	0.678	1	7
<i>S</i> : 年間MRI撮影件数(件)	2,930	3,463.438	3,525.956	1	21,342
<i>high_share</i> : 高テスラ比率	2,930	0.849	0.353	0	1
一般病床数(床)	2,930	211.062	188.942	0	1,286
救急告示病院ダミー	2,930	0.817	0.386	0	1
特定機能病院ダミー	2,930	0.022	0.148	0	1
地域医療支援病院ダミー	2,930	0.177	0.382	0	1
病院機能評価ダミー	2,930	0.590	0.870	0	3
神経内科ダミー	2,930	0.008	0.090	0	1
脳神経外科ダミー	2,930	0.032	0.176	0	1
公立病院ダミー	2,930	0.259	0.438	0	1
高齢者割合(%)	2,930	28.204	4.996	15.736	56.651
CT設置台数(台)	2,930	1.553	1.160	0	10
<i>S_CT</i> : 年間CT撮影件数(件)	2,930	8,033.813	9,272.132	0	70,515
<i>high_shareCT</i> : 高スライス比率	2,875	0.911	0.251	0	1
共同利用実施有無	2,930	0.105	0.306	0	1

表 4 :記述統計量(2017年、2018年)

	2017	2018
医療機関数(施設)	1,465	1,465
共同利用実施医療機関数(施設)	154	154
<i>N</i> : 一日平均外来患者数(人)	401.743	399.480
平均MRI設置台数(台)	1.325	1.338
<i>S</i> : 年間MRI撮影件数(件)	3,452.077	3,474.799
<i>high_share</i> 高テスラ比率	0.841	0.856
一般病床数(床)	210.638	211.486
救急告示病院ダミー	0.815	0.819
特定機能病院ダミー	0.023	0.021
地域医療支援病院ダミー	0.170	0.184
病院評価機能ダミー	0.565	0.615
神経内科ダミー	0.007	0.008
脳神経外科ダミー	0.032	0.031
公立病院ダミー	0.260	0.259
高齢者割合(%)	27.934	28.474
平均CT設置台数(台)	1.542	1.563
<i>S_CT</i> :CT撮影件数(件)	7,954.351	8,113.274
<i>high_shareCT</i> 高スライス比率	0.905	0.917
共同利用実施有無	0.105	0.105

表 4 の記述統計量から、分析対象期間における日本の MRI 設備の特徴的な動向が観察される。

特徴的なのは、平均MRI設置台数がほぼ横ばいで推移している点である。2017年は1.325

台、2018年は1,388台であり、増加幅は僅か0.013台にとどまっている。また、実際の設置台数をみると、この2年間で全国の設置台数は1,942台から1,961台へと19台の増加に過ぎない。さらに、1.5テスラ以上となる高テスラ機器と1.5テスラ未満である低テスラ機の増減を比較すると、2年間で高テスラ機器は1,692台から1,734台へと42台増加しているのに対し、低テスラ機は250台から227台へと23台減少している。この結果は、日本におけるMRI装置の配置が、少なくとも分析対象期間においては、MRI設備投資の量的拡大の段階からMRI設備投資の質的向上へと移行しつつあることを示唆している。

一方で、高テスラ比率は2017年の0.841から2018年の0.856へと上昇しており、0.015ポイント(約1.5%)の増加が確認された。高テスラ比率の上昇は、MRI装置の総台数がほとんど増えていない中で、より高性能なMRIへの代替が進んでいることを示している。すなわち、MRI設備投資の質的側面において顕著な変化が生じている。

第3節 分析Iの結果

本節では、仮説1である「高性能機器への更新投資を実施した医療機関ほど、投資回収のためにMRI撮影件数を増加させる」を検証する。

表5は、高テスラ機器への更新投資が病院のMRI撮影行動に与える影響を分析した推定結果である。

表 5:分析Iの推定結果

	被説明変数: $\ln(S_{h,t,\gamma})$			
	(1)	(2)	(3)	(4)
$high_share_{h,t,\gamma}$	0.843*** (0.072)	0.689*** (0.064)	0.685*** (0.180)	0.520*** (0.164)
$\ln(N_{h,t,\gamma})$	0.618*** (0.031)	0.504*** (0.039)	0.636*** (0.030)	0.519*** (0.037)
公立病院ダミー		-0.151*** (0.042)		-0.149*** (0.040)
脳神経外科ダミー		1.234*** (0.120)		1.266*** (0.114)
神経内科ダミー		0.323* (0.192)		0.342* (0.184)
病院機能評価ダミー		0.148*** (0.025)		0.153*** (0.024)
救急告示病院ダミー		0.242*** (0.061)		0.259*** (0.063)
特定機能病院ダミー		0.526*** (0.113)		0.516*** (0.109)
地域医療支援病院ダミー		0.339*** (0.049)		0.337*** (0.046)
高齢者割合		-0.040*** (0.006)		-0.041*** (0.006)
定数項	3.808*** (0.364)	5.302*** (0.371)	3.821*** (0.359)	5.332*** (0.361)
年固定効果	YES	YES	YES	YES
二次医療圏固定効果	YES	YES	YES	YES
第一段階における操作変数のF値	-	-	111.204	118.791
観測数	2,930	2,930	2,930	2,930
決定係数	0.594	0.673	0.592	0.671

注:(1)(2)はOLS、(3)(4)はIVによる推定である。括弧内は医療機関レベルでクラスタ化したロバスト標準誤差を示す。***, **, * はそれぞれ有意水準1%,5%,10%を示す。

推定結果(1)および(2)は、最小二乗法(OLS)による推定結果である。(1)は説明変数として高テスラ比率と外来患者数のみを用いた単回帰分析であり、(2)はこれに病院属性(公立病院ダミー、診療科ダミー、病院機能ダミー)と地域属性(高齢者割合)を追加した重回帰分析である。一方、(3)および(4)は、操作変数法(IV)を用いた結果であり、同様に(3)が単回帰分析、(4)が重回帰分析に対応する。

まず、OLS推定とIV推定を比較すると、高テスラ比率の係数はOLS推定(2)では0.689、IV推定(4)では0.520であり、OLSの係数が大きい。これは、MRI撮影件数が多い病院ほど高テスラ機器を導入しやすいという内生性が存在するため、OLS推定では正の誤差項と説明変数が相関し、上方バイアスが生じていることを示唆している。一方、操作変数法(IV)による推定では、この内生的要因を除外した外生的変動のみを利用しており、より真の因果効果に近い推定結果を得ていると考えられる。

操作変数の有効性を確認するため、第一段階推定における操作変数のF値およびHansen

J検定の過剰識別制約検定を実施した。第一段階推定における操作変数のF値はいずれも10を上回っており、弱い操作変数の懸念はない。また、Hansen J 統計量においてそれぞれ(3)は0.023($p = 0.879$)、(4)は0.005($p = 0.945$)であり、いずれも操作変数の外生性に関する帰無仮説は棄却されない。よって除外制約の妥当性が支持されたため、本分析ではIV推定(4)の結果を基準として採用する。

単回帰分析(1)(3)と重回帰分析(2)(4)を比較すると、いずれの推定手法においても、病院属性・地域属性を追加することで高テスラ比率の係数がやや低下している(OLS: 0.843→0.689、IV: 0.685→0.520)。

IV推定による重回帰分析(4)において、高テスラ比率の係数は0.520であり、有意水準1%で正に有意である。これは高テスラ比率が1ポイント上昇すると、MRI撮影件数が約0.52%増加することを意味し、これは仮説1を支持する結果である。

結果 1:高性能機器への更新投資が病院のMRI撮影件数を押し上げる。したがって、
仮説1は支持された。

第4節 分析IIの結果

本節では、仮説2である「外来患者数が減少した医療機関ほど、収入補填のために患者一人あたりのMRI撮影件数を増加させる」を検証する。

表6は、MRIを保有する医療機関において、外来患者数の減少に直面した際に供給者誘発需要が生じるかを検証した推定結果を示している。

表 6:分析IIの推定結果

	被説明変数: $\Delta \ln CR_{h,t,y}$	
	(1)	(2)
$\Delta \ln(N_{h,t,y})$	-0.837*** (0.086)	-0.840*** (0.086)
一般病床数		0.000** (0.000)
MRI設置台数		-0.003 (0.014)
公立病院ダミー		-0.003 (0.013)
脳神経外科ダミー		0.016 (0.036)
神経内科ダミー		0.017 (0.033)
病院機能評価ダミー		-0.003 (0.007)
救急告示病院ダミー		-0.006 (0.022)
特定機能病院ダミー		-0.037 (0.049)
地域医療支援病院ダミー		-0.011 (0.019)
高齢者割合		-0.002 (0.002)
定数項	-0.022 (0.036)	0.037 (0.100)
年固定効果	YES	YES
二次医療圏固定効果	YES	YES
観測数	1,454	1,454
決定係数	0.254	0.259

注:OLSによる推定である。括弧内は医療機関レベルでクラスタ化したロバスト標準誤差を示す。***, **, * はそれぞれ有意水準 1%,5%,10%を示す。観測数が減少しているのは、片年にしかデータがない医療機関が存在しており、これらの医療機関を除外したためである。

推定結果(1)および(2)は、OLSによる推定結果である。(1)は説明変数として患者数の変化のみを用いた単回帰分析であり、(2)はこれに病院属性(一般病床数、MRI設置台数、公立病院ダミー、診療科ダミー、病院機能ダミー)と地域属性(高齢者割合)を追加した重回帰分析である。

いずれの推定においても、外来患者数の変化率($\Delta \ln(N_{h,t,y})$)の係数は有意水準 1%で負に有意であり、単回帰分析(1)で-0.837、重回帰分析(2)で-0.840 となった。この結果は、外来患者数が 1%減少すると、患者一人あたりの MRI 撮影件数が約 0.84%増加することを意味している。言い換えれば、患者数が減少した病院ほど、残存する患者一人あたりの MRI 撮影頻度を高めることで収入を補填しようとする行動が確認される。この負の係数は、医療機関が患者数減少による収入減を、撮影件数の増加で補おうとする、収入補填行動による供給者誘発需要の存在を示している。推定結果(1)(2)を比較すると、病院属性・地域属性を追加しても外来患者数の変化率($\Delta \ln(N_{h,t,y})$)を表す係数の大きさはほぼ変化していない。こ

これは外来患者数減少に対する撮影件数増加の関係は病院特性にかかわらず頑健であることが示されている。

したがって、本分析は、外来患者数の減少に直面した医療機関が、患者一人あたりの MRI 撮影件数を増加させるという収入補填行動を取っていることを明らかにしており、仮説 2 を支持する結果となった。

結果 2: 外来患者数の減少に直面した医療機関ほど、患者一人あたり MRI 撮影件数を増加させる。したがって仮説 2 は支持された。

第 5 節 結果の妥当性検証

本節では、推定結果の頑健性を確認するため、3 つの追加分析を行う。

周辺病院の影響分析

Ikegami et al. (2021)は、周辺病院における MRI の導入が自院の外来患者数に影響を及ぼすことを示している。一方で本稿の関心は、高テスラ化が供給者誘発需要を引き起こすかどうかにある。そこで本節では、周辺病院の高テスラ化が自院の外来患者数に影響を与えるかを検証する。

もし周辺病院の高テスラ化によって自院の外来患者数が減少している場合、結果IIで示したように、患者数の減少に直面した医療機関は患者一人あたりの MRI 撮影件数を増加させる傾向がある。この場合、外来患者数の減少は周辺病院の高テスラ化によって生じたものであり、結果として他院の高テスラ化が供給者誘発需要を間接的に引き起こしていることを意味する。

診療ガイドラインの効果:CT との比較分析

MRI で観察された供給者誘発需要が、ガイドライン不在という制度的特性に起因するかを検証するため、明確なガイドラインが存在する CT を対象に同様の分析を行う。CT では医師の裁量余地が相対的に小さいため、供給者誘発需要の程度も MRI より低いと予想される。本稿と同一の分析I、分析IIの推定式に、設置や撮影に関する変数を CT に置き換えて推定する。CT における供給者誘発需要の効果が MRI より小さい、または統計的に有意でなければ、MRI の結果はガイドライン不在に起因することが示される。

共同利用制度の影響評価:制度的妥当性の検証

日本の MRI 共同利用制度は、推定に 2 つの問題をもたらす可能性がある。第一に、共同利用病院には他院からの紹介患者が集中し、MRI 検査が必要な患者が事前に選別されてい

る可能性がある(患者選択の内生性)。第二に、制度的に患者を特定病院へ誘導するため、医師による供給者誘発需要と制度による患者誘導を識別できない。そこで、共同利用実施病院(全体の約 10%、154 病院)をサンプルから除外し、分析を再推定する。結果が頑健であれば、観察された供給者誘発需要は制度的誘導効果ではなく、医師の裁量的診療行動によるものであることが示される。

第 1 項 周辺病院の影響分析

周辺病院の設備構成が自院の外来患者数に与える影響を明らかにするため、以下の回帰分析を行う。具体的には、第一に周辺病院における MRI 設置台数の変化が自院の外来患者数に及ぼす影響を検証し、第二に周辺病院の高テスラ化の進展が自院の外来患者数に与える影響を推定する。これにより、単なる設備の量的拡大と質的高度化(高テスラ化)のいずれが、患者の受療行動や医療機関の競争構造により強く影響しているのかを明らかにする。推定式は以下の通りである。

$$\Delta \ln(N_{h,t,\gamma}) = \alpha + \beta \Delta \ln Z_{h,t,\gamma} + \gamma X_{h,t,\gamma} + \delta_t + \varepsilon_{h,t,\gamma}$$

ここで、 $N_{h,t,\gamma}$ は t 年の γ 地域における病院 h の年間外来患者数の対数値の階差である。 $Z_{h,t,\gamma}$ は(i)同市町村内に位置する医療機関における MRI 設置台数の合計の対数差分(ii)同市町村内に位置する医療機関における高テスラ比率の対数差分であり、2 種類を交替的に用いてそれぞれ分析を行う。どちらの変数も自院の設置台数は除いている。また、市町村の高テスラ比率は、市町村内の高テスラの設置台数合計を全体の設置台数合計で割ることで求めた。

$X_{h,t}$ はコントロール変数を示し、一般病床数、自院の MRI 設置台数、過去の患者数および撮影件数、さらに周辺病床数のラグ変数を含んでいる。 δ_t は年固定効果を表す。主要なパラメータは β であり、これが負で有意であれば周辺病院の MRI 設置、あるいは周辺病院の高テスラ化が自院の患者数減少に影響を及ぼすことを意味する。

表 7:周辺病院における推定結果

	被説明変数: $\Delta \log(N_{h,t,y})$			
	(1)	(2)	(3)	(4)
市町村設置台数の対数差分	0.062 (0.059)	0.072 (0.060)		
市町村高テスラ比率の対数差分			-0.114* (0.066)	-0.120* (0.066)
一般病床数の差分		-0.000 (0.000)		-0.000 (0.000)
前期の一般病床数		0.000 (0.000)		0.000* (0.000)
前期のMRI設置台数		0.017* (0.010)		0.016 (0.010)
前期の $(N_{h,t,y})$		-0.000 (0.000)		-0.000 (0.000)
前期の $(S_{h,t,y})$		-0.000 (0.000)		-0.000 (0.000)
前期の市町村一般病床数		0.000 (0.000)		0.000 (0.000)
定数項	-0.011** (0.004)	-0.035*** (0.010)	-0.009** (0.004)	-0.032*** (0.010)
年固定効果	YES	YES	YES	YES
二次医療圏固定効果	NO	NO	NO	NO
観測数	845	845	845	845
決定係数	0.001	0.012	0.003	0.014

注:OLSによる推定である。括弧内は標準誤差を示す。***, **, * はそれぞれ有意水準1%,5%,10%を示す。

表 7 は、周辺病院の MRI 設置および高テスラ化が自院の外来患者数に与える影響を示している。推定式(1)および(2)は、周辺病院における MRI 設置が自院の外来患者数に与える影響を検証したものである。一方、(3)および(4)は、周辺病院の高テスラ化が自院の外来患者数に与える影響を推定している。また、(1)および(3)は主要な説明変数のみを用いた単回帰分析であり、(2)および(4)は病院属性(一般病床数、MRI 設置台数、外来患者数、MRI 撮影件数、半径内病床数)のラグ変数を追加した重回帰分析である。

周辺病院の MRI 設置台数の影響

列(1)および(2)では、周辺病院における MRI 設置台数の変化を主要な説明変数として推定している。係数は 0.062 および 0.072 であり、いずれも統計的に有意ではない。この結果は、周辺地域における MRI 設置台数の増加が自院の外来患者数に有意な影響を与えていないことを示している。すなわち、MRI の設置が新たな患者獲得につながる段階はすでに過ぎており、市場が量的に飽和していることが裏付けられる。言い換えれば、追加的な装置導入による患者シェアの変化はもはや観察されず、医療機関の競争は設備の台数よりも機器の性能差(高テスラ化)に移行していることが示唆される。

周辺病院の高テスラ化の影響

一方、列(3)および(4)では、周辺病院の高テスラ比率の変化を主要な説明変数として推定している。係数はそれぞれ-0.114 および-0.120 であり、10%水準で統計的に有意な負の値を示している。この結果は、周辺病院で高テスラ MRI の導入が進むほど、自院の外来患者数が有意に減少することを意味する。定量的には、高テスラ比率が1%上昇すると、自院の外来患者数は約 0.12%減少する。すなわち、高テスラ化は患者の流出を引き起こす競争要因として作用していると解釈できる。

以上の結果から、量的拡大による競争(設置台数)はもはや外来患者数に影響を与えない一方で、質的競争(高テスラ化)は依然として患者の受療行動を左右していることが明らかとなった。このことは、MRI 市場が量的には飽和段階に達している一方で、性能向上をめぐる質的競争が新たな供給者誘発需要を生み出していることを示唆している。さらに、結果IIで示したように、外来患者数の減少に直面した医療機関ほど MRI 撮影件数を増加させる傾向があることから、周辺病院の高テスラ化が患者流出を通じて供給者誘発需要を引き起こしている可能性が高い。

第2項 診療ガイドラインの効果:CT との比較分析

本項では、MRI における供給者誘発需要の結果の頑健性を確認するため、同じく高額医療機器である CT を用いた比較分析を行う。すなわち、供給者誘発需要が生じにくいと考えられる CT において、MRI と同様の効果が見られないことを確認することで、MRI に関する推定結果の妥当性を検証する。

CT が比較分析として適切である理由は、MRI と同様に高額医療機器である一方で、検査時に放射線を用いるため被ばくリスクが存在するからである(日本学術会議,2017)。このような医学的制約により、MRI と比較して医師の裁量による撮影件数の増加が制限されている可能性が高い。

分析にあたっては、CT のみの効果を識別するため、MRI を保有していない一方で CT を保有する病院のみを対象とする。サンプル数は減少するが、この制約により外来患者数の変化に対する CT の撮影割合の変化だけを検証することが可能となる。

表 8:CT における推定結果

被説明変数:	$\ln(S_CT_{h,t,y})$		$\Delta \ln CR_CT_{h,t,y}$	
	(1)	(2)	(3)	(4)
$high_shareCT_{h,t,y}$	0.633*** (0.195)	0.444*** (0.155)		
$\ln(N_{h,t,y})$	0.897*** (0.031)	0.638*** (0.034)		
$\Delta \ln(N_{h,t,y})$			-0.318*** (0.093)	-0.272*** (0.088)
一般病床数				-0.001* (0.000)
CT設置台数				0.242 (0.201)
公立病院ダミー		0.030 (0.040)		0.139 (0.168)
脳神経外科ダミー		0.702*** (0.075)		-0.351* (0.174)
神経内科ダミー		0.082 (0.161)		-
病院機能評価ダミー		0.224*** (0.022)		-0.136 (0.119)
救急告示病院ダミー		0.458*** (0.061)		-0.201 (0.166)
特定機能病院ダミー		0.552*** (0.091)		-
地域医療支援病院ダミー		0.544*** (0.047)		0.246 (0.203)
高齢者割合		-0.027*** (0.005)		-0.027 (0.016)
定数項	2.826*** (0.262)	4.502*** (0.314)	0.055 (0.064)	0.907 (0.585)
年固定効果	YES	YES	YES	YES
二次医療圏固定効果	YES	YES	NO	NO
第一段階における操作変数のF値	34.481	35.059		
観測数	2,846	2,846	36	36
決定係数	0.651	0.736	0.110	0.283

注:(1)(2)は分析 I のIV、(3)(4)は分析 II のOLSによる推定である。括弧内は医療機関レベルでクラスタ化したロバスト標準誤差を示す。
***, **, * はそれぞれ有意水準1%,5%,10%を示す。観測数が減少しているのは、片年あるいは兩年ともに欠損値である医療機関が存在しており、これらの医療機関を除外したためである。

表 8 は、CT を保有する病院(MRI 非保有)における推定結果である。推定結果(1)および(2)は、分析I(高テスラ機器の投資回収圧力の検証)の IV 推定結果である。(1)は主要な説明変数のみを用いた単回帰分析であり、(2)は病院属性・地域属性を追加した重回帰分析である。推定結果(3)および(4)は、分析II(患者数減少に対する収入補填行動の検証)の OLS 推定結果であり、同様に(3)が単回帰分析、(4)が重回帰分析に対応する。なお、CT 分析においては「 $high_share$ 」ではなく「 $high_shareCT$ 」(マルチスライス CT 等の高性能機器の保有割合)

を説明変数として用いている。

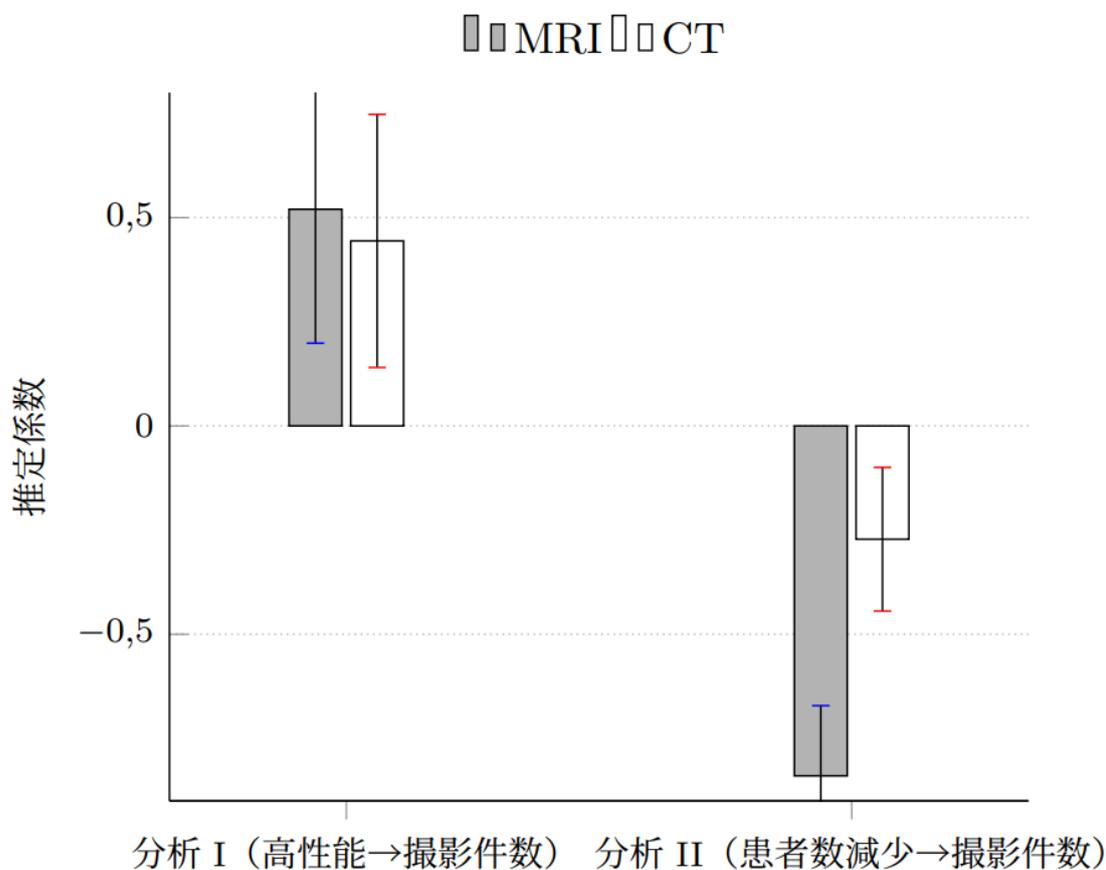


図 4:推定結果の可視化(MRI、CT)

図 4は、MRI と CT における分析I(高テスラ機器が撮影件数に与える影響)と分析II(患者数変化が撮影件数に与える影響)の標準化係数を比較したものである。灰色の棒グラフが MRI、白色の棒グラフが CT を表している。各棒グラフには標準誤差を示すエラーバーが付されている。

分析I:高性能機器の投資回収圧力

推定結果(2)では、*high_shareCT*の係数は 0.444 となり、有意水準 1%で正に有意であった。これは、高性能への更新投資が撮影件数を増加させる傾向を示している。しかしながら、MRIの推定結果(表 5 モデル(4)参照:係数 0.520)と比較すると、CTの係数は約 15%も小さい値を示している。さらに、Wald 検定の結果、有意水準 1%で両者の係数差が統計的に有意であることが確認された。したがって、高性能機器への更新投資が撮影件数に与える影響は、CT よりも MRI において統計的に有意に大きいことが明らかになった。

分析II:患者数減少に対する収入補填行動

推定結果(4)では、外来患者数の変化率($\Delta \ln(N_{h,t})$)の係数は-0.272 となり、有意水準 1%で負に有意であった。これは、外来患者数が1%減少した場合に、患者一人あたりの撮影件数が約 0.30%増加することを意味している。この結果は、CTにおいても収入補填を目的とした供給者誘発需要が存在する可能性を示唆している。しかしながら、MRIの推定結果(表6のモデル(2)参照:係数-0.840)と比較すると、CTの係数の絶対値は約 67%小さい。さらに、Wald 検定の結果、有意水準 1%で両者の係数差が統計的に有意であることが確認された。したがって、患者数の減少に対する撮影件数増加の反応は、CTよりもMRIにおいて統計的に有意に大きいことが明らかになった。

以上から、CTにおいても供給者誘発需要は観察されるものの、その程度はMRIと比較して有意に小さいことが明らかとなった。したがって、CTではガイドラインの存在が供給者誘発需要の発生を抑制していると考えられる。

第3項 共同利用制度の制度分析

日本の医療制度には、高額医療機器を複数の医療機関で共同利用する仕組みが存在する。その共同利用の存在は、本項の推定結果にバイアスをもたらす可能性がある。共同利用の受け入れを行う医療機関では、自院患者に加えて他院からの紹介患者の撮影件数が計上されるため、見かけ上の撮影件数が増加するからである。もし高テスラ機器を保有する病院や患者数が減少した病院が、収益確保のために積極的に共同利用を受け入れているとすれば、本項で観察された供給者誘発需要の効果は、実際には共同利用による撮影件数の増加を捉えている可能性がある。そこで本項では、共同利用を実施している医療機関をサンプルから除外した分析を行うことで、本項の結果が頑健であることを確認する³。

最終的なサンプルは、都道府県からの回答に基づき共同利用を「実施している」ことが確認された病院を除外する。なお、都道府県の回答において共同利用の実施状況が不明であった病院についても本項ではサンプル数に含める。この制約により観測数は 2,930 から 2,622 へ減少するが、より純粋な形で各病院における自院患者に対する撮影行動を捉えることが可能となる。

表9は、推定結果である。

³ 具体的には、共同利用の実施状況について、47都道府県の医療保険担当部署への聞き取り調査を実施した。

調査は2025年10月16日から同年10月28日に行われ、各都道府県の医療政策課または保険医療担当部署に対し、管轄内で共同利用を実施している医療機関のリストの提供を依頼した。47都道府県すべてから回答を得ることができ、その結果、17(54.8%)の医療機関が共同利用を実施していることが確認された。

表 9:共同利用における推定結果

被説明変数:	$\ln(S_{h,t,\gamma})$		$\Delta \ln CR_{h,t,\gamma}$	
	(1)	(2)	(3)	(4)
$high_share_{h,t,\gamma}$	0.717*** (0.203)	0.570*** (0.183)		
$\ln(N_{h,t,\gamma})$	0.622*** (0.035)	0.501*** (0.044)		
$\Delta \ln(N_{h,t,\gamma})$			-0.642*** (0.160)	-0.647*** (0.160)
一般病床数				0.000* (0.000)
MRI設置台数				0.004 (0.014)
公立病院ダミー		-0.148*** (0.043)		-0.000 (0.013)
脳神経外科ダミー		1.324*** (0.122)		0.005 (0.039)
神経内科ダミー		0.378** (0.192)		0.029 (0.036)
病院機能評価ダミー		0.163*** (0.026)		0.000 (0.008)
救急告示病院ダミー		0.287*** (0.065)		0.004 (0.023)
特定機能病院ダミー		0.557*** (0.115)		-0.040 (0.059)
地域医療支援病院ダミー		0.383*** (0.053)		-0.000 (0.022)
高齢者割合		-0.042*** (0.006)		-0.001 (0.003)
定数項	3.718*** (0.402)	5.320*** (0.394)	-0.033 (0.031)	0.004 (0.109)
年固定効果	YES	YES	YES	YES
二次医療圏固定効果	YES	YES	YES	YES
第一段階における操作変数のF値	84.596	86.822		
観測数	2,566	2,566	1,352	1,352
決定係数	0.593	0.681	0.247	0.251

注:(1)(2)は分析ⅠのIV、(3)(4)は分析ⅡのOLSによる推定である。括弧内は医療機関レベルでクラスタ化したロバスト標準誤差を示す。
***, **, *はそれぞれ有意水準1%,5%,10%を示す。観測数が減少しているのは、片年あるいは兩年ともに欠損値である医療機関が存在しており、これらの医療機関を除外したためである。

表 9 は、共同利用を実施していない病院に限定したサンプルを用いた推定結果である。推定結果(1)および(2)は、分析Ⅰ(高テスラ機器の投資回収圧力の検証)の IV 推定結果であり、推定結果(3)および(4)は、分析Ⅱ(患者数減少に対する収入補填行動の検証)の OLS 推定結果である。それぞれ(1)(3)が単回帰分析、(2)(4)が病院属性・地域属性を追加した重回帰分析に対応する。

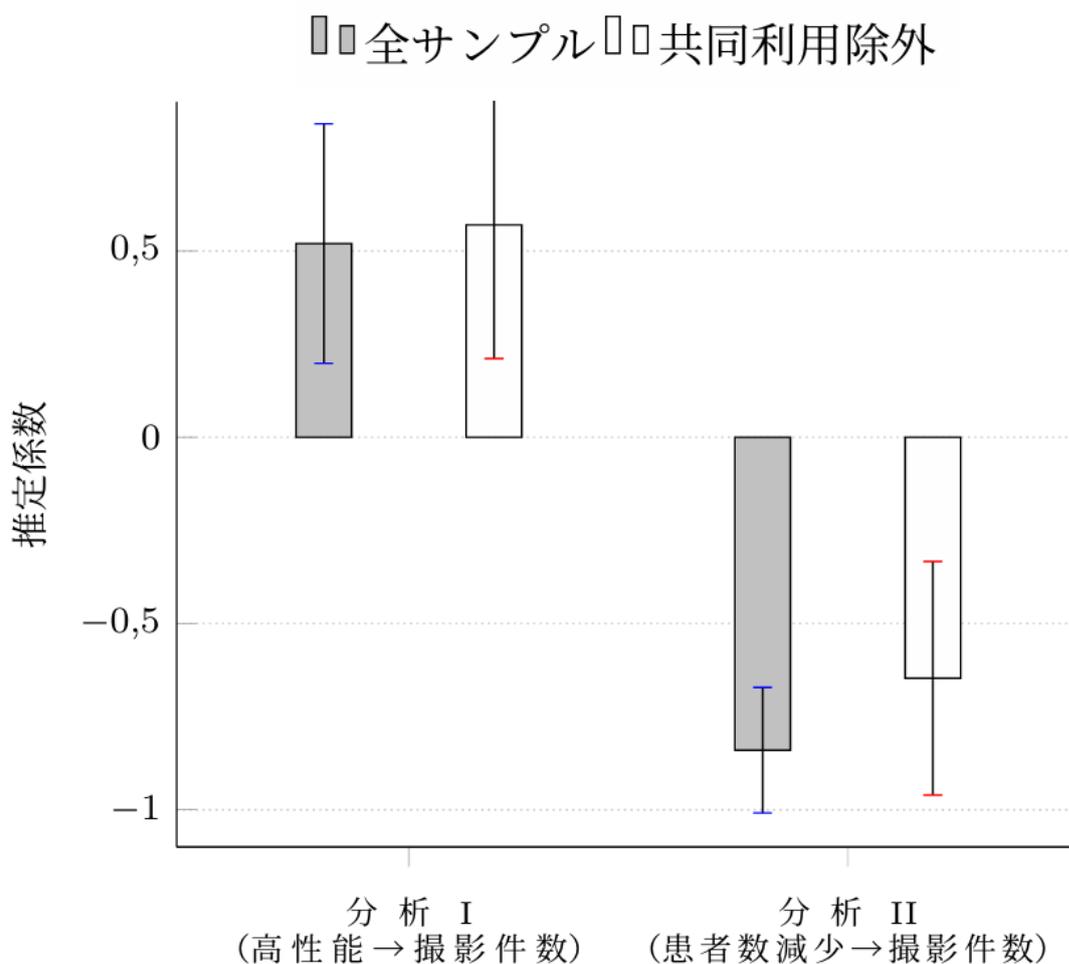


図 5:推定結果の可視化(全サンプル、共同利用除外)

図 5 は、全サンプルと共同利用実施病院を除外したサンプルにおける分析I(高テスラ機器が撮影件数に与える影響)と分析II(患者数変化が撮影件数に与える影響)の標準化係数を比較したものである。灰色の棒グラフが全サンプル、白色の棒グラフが共同利用除外サンプルを表している。各棒グラフには標準誤差を示すエラーバーが付されている。

分析I:高性能機器の投資回収圧力

重回帰分析(2)における高テスラ比率の係数は 0.570 であり、有意水準 1%で正に有意であった。この値は、全医療機関を対象とした表 5 のモデル(4)の係数 0.520 と比較して、わずかに大きく、約 1.1%の増加に相当する。

この結果を分析Iの全医療機関を用いた推定結果と比較すると、高テスラ比率の係数はほぼ同水準である(0.520→0.570)。両者の係数差が統計的に有意であるかを確認するために Wald 検定を実施した結果、有意水準 5%において統計的な差は認められなかった。したがって、共同利用を実施する病院を除外した場合でも、高テスラ機器への更新投資が撮影件

数を増加させる効果は頑健に観察されることが確認された。

分析II:患者数減少に対する収入補填行動

重回帰分析(4)における外来患者数の変化率($\Delta \ln(N_{h,t,y})$)の係数は-0.647であり、有意水準1%で負に有意であった。この値は、全医療機関を用いた表6のモデル(2)における係数(-0.840)と比較してやや小さい。Wald検定の結果、分析I(全医療機関)と共同利用を行っている病院を除外したサンプルの間で、係数に統計的な差は認められなかった。したがって、共同利用を実施する病院を除外した場合でも、患者数減少に対する撮影件数増加の反応は頑健に観察されることが確認された。この結果は、本項で観察された供給者誘発需要が、共同利用による見かけ上の撮影件数増加ではなく、各病院における実際の診療行動の変化を反映していることを示している。

以上の分析から、共同利用を実施する病院を除外しても、本項の主要な結果は頑健であることが確認された。すなわち、(1)高性能機器への更新投資が撮影件数を増加させる効果、および(2)外来患者数減少に対して撮影件数を増加させる収入補填行動のいずれも、統計的に有意であり、全医療機関の推定結果と有意な差は見られなかった。この結果は、本項で観察された供給者誘発需要が、共同利用という特殊な制度によるものではなく、市場飽和下における医療機関の一般的な行動パターンを反映していることを示している。

第6節 分析結果のまとめ

本章では、MRI市場が飽和状態に達した2017年、2018年を対象に、供給者誘発需要が発生するメカニズムを実証的に検証した。

分析Iでは、高テスラ機器への更新投資が撮影件数を有意に増加させることが明らかとなった。これにより、仮説1である「高性能機器への更新投資を行った医療機関ほど、投資回収のために撮影件数を増加させる傾向が見られる」が支持された。分析IIでは、外来患者数が1%減少すると、患者一人あたりMRI撮影件数が約0.68%増加することが確認された。よって、仮説2である「外来患者数が減少した病院ほど、患者一人あたりのMRI撮影件数を増加させる」も支持された。これらの結果は、市場飽和後も、投資回収圧力と収入補填行動という2つの経済的動機を通じて、供給者誘発需要が継続していることを示している。

また、3つの追加分析により主要な発見の頑健性が確認された。第一に、周辺病院の高テスラ化が自院の外来患者数を有意に減少させることが確認され、結果IIで示した「外来患者数の減少に直面した医療機関ほどMRI撮影件数を増加させる」傾向と整合的であることが示された。第二に、CTとの比較分析では、MRIにおける供給者誘発需要がCTの約2倍の規模であり、放射線リスクの不在と高い診療報酬単価という制度的特性に起因するこ

とが示された。第三に、共同利用実施病院を除外しても推定結果は頑健であり、観察された効果が制度的要因ではなく実際の診療行動を反映していることが確認された。

以上の分析から、以下の 2 点が明らかとなった。第一に、市場飽和段階に達成した後も、競争形態が設備の新規導入(extensive margin)から既存設備の質的更新、すなわち高テスラ化(intensive margin)へ移行する中で、供給者誘発需要は依然として持続することが確認された。第二に、供給者誘発需要の発生は、診療ガイドラインや診療報酬などの制度的・経済的要因に強く依存していることが示された。これらの発見は、次章で議論する政策提言の基礎となる。

第4章 政策提言

第1節 政策提言の方向性

分析では、2017年、2018年における医療機関ごとの年次パネルデータを用いて、機器導入後の投資回収または収入補填行動の存在を検証した。

分析Iでは、医療機関は高テスラ機器の更新および導入が増加するほど、撮影件数を増加させることが明らかになった。分析IIでは、医療機関は外来患者の減少に直面した際に、一人あたりの撮影件数を増加させ供給者誘発需要を発生させることが明らかになった。

これらの結果を踏まえて以下の2つの政策提言を行う。

【政策提言I】 CON(Certificate of Need)制度の導入

【政策提言II】 CDS(Clinical Decision Support)制度の導入

図6は、政策提言の概要である。まず、競争力維持のために医療機関が過剰なMRIの供給を行う対策として、MRIの更新を含めた導入に制限を設けるCON制度の導入を提案する(政策提言I)。次に、供給者誘発需要を抑制するために、検査に対してガイドラインに即した評価と代替案などを表示するCDS制度の導入を提言する(政策提言II)。

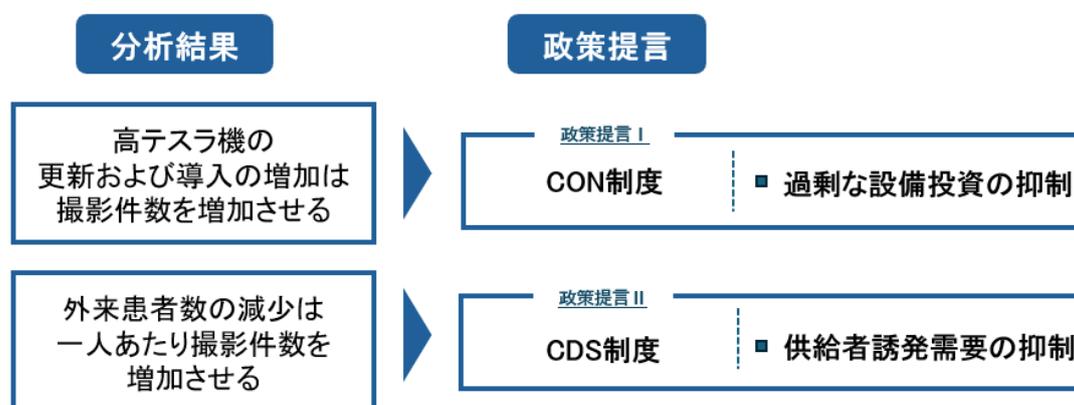


図6:政策提言の概要

(筆者作成)

第2節 政策提言

第1項 政策提言I:CON 制度

・提言

CON 制度の導入

・提言対象

厚生労働省、都道府県

・提言理由

分析で使用した 2017 年、2018 年では、MRI 装置台数が横ばいで市場は飽和している一方、高テスラ機器のみが増加しており、設備投資は台数の量的拡大から高テスラ化という質的拡大へと移行していた。分析Iの結果より、高テスラ比率の上昇がMRI撮影件数を有意に増加させることが示され、需要が一定であっても供給側の行動が撮影件数を押し上げる供給者誘発需要の存在が示唆された。したがって、需要に即さない高テスラ化による供給者誘発需要を抑制するため、導入および更新の妥当性を審査する制度が必要である。

参考となるのが、アメリカの CON 制度である。CON 制度とは、州法に基づき医療機関の大規模資本投資や医療サービス拡張を事前に承認する制度であり、医療資源の配置の効率化を目的としている(National Conference of State Legislatures,2024)。

飛田(2014)では、日本でも CON 制度の導入を検討すべきであり、その効果が発揮される余地が十分にあると指摘している。また、Horwitz et al. (2024)では、CON 制度を導入している州は導入していない州と比べ、MRI 受診確率が約 2%低下し、医学的有用性の乏しい検査が 20~26%減少したと報告している。

以上のことから、CON 制度の導入によって、日本においても需要に即さないMRIの導入と供給者誘発需要の抑制効果が期待できる。

・提言内容

本制度は、アメリカの CON 制度の仕組みを、日本の医療法に基づく病床数規制の運営方式に適用するかたちで設計する。

病床数規制とは、都道府県が二次医療圏ごとに基準病床数を算出し、その基準を超えた地域では病床の新設・増床を制限する制度である(厚生労働省,2023)。一方、医療計画は、都道府県が地域の医療供給体制を整備するために策定される計画であり、原則 3 年ごとに改定される。本制度では、この医療計画を基礎に、都道府県が審査用データを作成する。審査用データには、二次医療圏ごとの人口構成、年齢構成、疾病構成、既存装置の稼働率、装置 1 台あたりの年間撮影件数、平均待機日数、共同利用の実施状況などを用い、そのデ

ータに基づいて MRI 導入および更新の妥当性を審査する。

制度の運用は、厚生労働省、都道府県、そして医療機器適正配置審査会(以下、審査会)の3つの機関が連携して行う(図7参照)。

厚生労働省は制度全体の統括機関として、政策の基本方針や審査基準の作成や改定を担う。

そのうえで、都道府県に審査会を新たに設置し、医療計画に基づき作成された審査用データに基づき MRI の導入および更新の妥当性を審査する。この審査会の構成員は、医療行政担当者、放射線専門医、医療経済学者、公正取引委員会などの有識者とする。

最終的には、都道府県知事が審査結果に基づき「許可」、「条件付き許可」、「不許可」を決定する。

加えて、本制度では、災害拠点病院や特定機能病院、無医地区・準無医地区の拠点病院、大学附属病院などの研究・教育目的の導入および更新については、審査の対象とならない例外規定を設ける。この規定により、救急医療の維持、地域偏在の是正、高度医療や研究環境の確保が可能となる。さらに、例外規定の乱用を防止し、審査の公平性と透明性を担保するため、審査会の議事録・審査基準・判定理由を原則として公開することを義務づける。

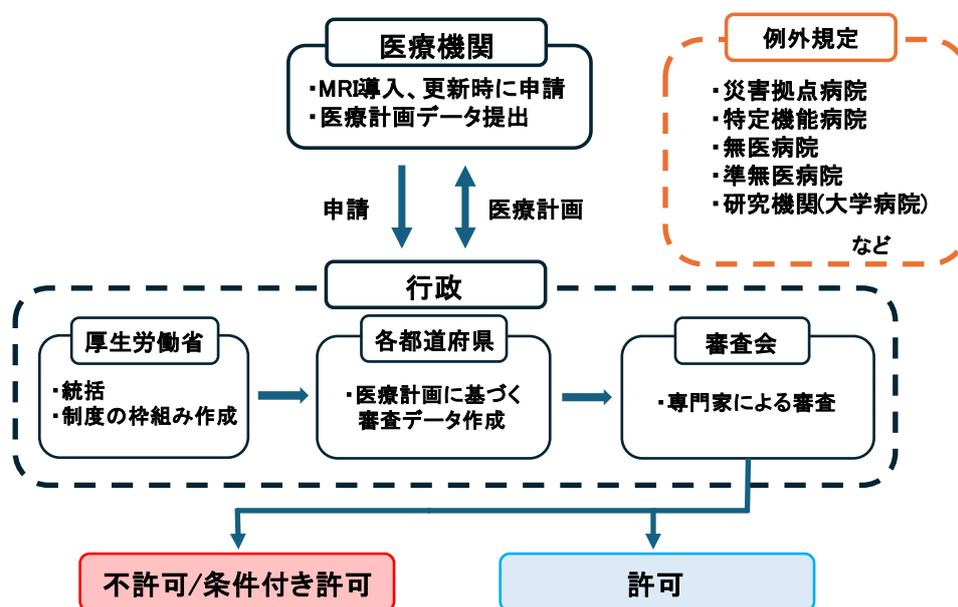


図7:医療機器適正配置審査会の概要

(筆者作成)

・政策にかかる費用

本制度の年間運営費は、都道府県単位での人件費と審査会運営費から予測可能である(表10参照)。厚生労働省(2017)によれば、医療計画を担当する職員は多くの都道府県で5人以

内であるとされる。また、総務省(2024)によると、平均給与月額は約 40 万円であり、賞与 4 ヶ月を考慮した年間給与は約 610 万円となる。したがって、5 人体制の場合の人件費は年間約 3,050 万円と算出される。加えて、兵庫県健康福祉部医務課(2024)では、審査会運営費として年間約 260 万円が算出されている。これを合計すると、都道府県あたりの年間運営費は約 3,310 万円、全国では約 15.6 億円となる。

また、この年間運営費約 15.6 億円は、次節にて算出する「医療費削減効果」と比較し、本制度導入による純削減額を求める際に用いる。

表 10:CON 制度の年間運営費

費用項目	算出額	内訳
人件費	約 3,050 万円	約 610 万円×5 人 (地方公務員平均給与+賞与 4 か月想定)
審査会運営費	約 260 万円	委員謝金、庁舎維持、会議資料作成費など
都道府県あたり	約 3,310 万円	人件費約 3,050 万円+審査会運営費約 260 万円
全国合計	約 15.6 億円	都道府県あたり約 3,310 万円×47

(筆者作成)

・政策効果

(1)医療費削減効果

分析結果をもとに、本制度による医療費削減効果をシミュレーションにより定量的に算出する。分析Iの推定結果から、高テスラ比率が 1 ポイント上昇すると、供給者誘発需要による MRI 撮影件数は約 0.52%増加することが示された。そこで、高テスラ比率が 5%、10%、15%上昇する場合を想定してシミュレーションを行う。

分析Iのモデル式はロギーレベル型であるため、高テスラ比率が $\Delta high_share$ (5, 10, 15%) だけ上昇したときの撮影件数の増加率 (倍率) r は

$$r = e^{\beta \cdot \Delta high_share} - 1$$

と表される。

ここで、 β は高テスラ比率の推定係数、 $\Delta high_share$ は高テスラ比率の上昇幅 (5, 10, 15%) である。

次に MRI の年間医療費総額(C)を用いて、供給者誘発需要によって追加的に発生する医療費増加額 ΔC を求める。MRI の年間医療費総額(C)は、厚生労働省「2023 年 NDB オープンデータ」による総 MRI 撮影件数を病院経営の教科書(2021)に基づき複数の検査手法の点数を検査回数で荷重平均して求めた単価を乗じることで算出した。したがって、供給者誘発需要によって追加的に発生する医療費増加額 ΔC は

$$\Delta C = C(e^{\beta \cdot \Delta high_share} - 1)$$

と表される。

以上をふまえ、本提言である CON 制度を導入した場合の効果を考える。ここでは、CON 制度を導入した場合には供給者誘発需要が生じないと仮定する。したがって、医療費増加額 ΔC が、そのまま CON 制度導入による医療費削減額となる。計算の結果、高テスラ比率が 5%、10%、15% 上昇する場合に医療費削減額は、それぞれ約 83.8 億円、約 170 億、約 258.3 億円となる。

(2) 純削減額

提言内容より、本制度の年間運営費は全国 47 都道府県で合計約 15.6 億円と算出されている。純削減額は「医療費削減額 - 年間運営費」によって算出し、その結果を表 11 に示した。表 11 より、高テスラ比率が 5% 上昇の場合には約 68.2 億円、10% 上昇の場合には約 154.4 億円、15% 上昇の場合には約 242.7 億円の純削減効果が見込まれ、全ての場合においても黒字となる。

表 11: CON 制度の効果および費用

	高テスラ比率5%上昇	高テスラ比率10%上昇	高テスラ比率15%上昇
撮影件数の増加率	2.63%	5.34%	8.11%
医療費削減額	約83.8億円	約170億円	約258.3億円
総導入費用	約15.6億円	約15.6億円	約15.6億円
純削減額	約68.2億円	約154.4億円	約242.7億円

(筆者作成)

・実現可能性

本制度は、既存の病床数規制や医療計画の運営方式をそのまま活用して設計できるため、制度設計上の導入ハードルは低く、純削減額についても黒字が見込まれる。その一方で、次の 2 つの課題が想定される。第一に、CON 制度の合憲性である。第二に、導入および更新の制限による医療アクセス低下の可能性である。以下では、この 2 点について考察する。

第一に、CON 制度の合憲性に関する課題である。日本における CON 制度の合憲性については、医療法第 7 条における病床数の許可制と類似している点から、CON 制度が違憲と判断される可能性は低いと考えられる。実際、1997 年に病床規制に対する訴訟が発生しているが、いずれも合憲と判断されている。したがって、本制度において同様の訴訟が発生した場合でも、合憲性が担保されると考えられる。

第二に、導入および更新の制限による医療アクセス低下の可能性である。審査による導入および更新の制限によって地域内の MRI 台数が減少した場合、待機時間の増加を通じて

検査機会の損失や健康被害が生じる可能性が懸念される。このような健康被害が生じた場合、憲法第 13 条および第 25 条に基づく「公共の福祉」の理念に反する可能性がある。本研究では、待機時間の定性分析を実施し、CON 制度を導入した場合の健康への影響を推定した。

ヒアリングにおいては、7 日間以上の待機時間が生じている状態を健康被害が発生している状態とし、アンケートを実施した。この基準は、アルバータ州保健局(Alberta Health Services, 2021)の MRI 撮影において「最優先患者 7 日以内」という基準を参考としている。

全国の一般病院 679 施設を対象として MRI の検査に要する待ち時間に関するヒアリングを実施した。37 施設から有効回答があり、以下の結果が得られた(表 12 参照)。

表 12: MRI 検査の待ち日数別施設数

待ち日数	施設数	構成比
当日	14	37.8%
1-3日	8	21.6%
4-7日	4	10.8%
8日以上	2	5.4%
予約制・疾患別	7	18.9%
その他	2	5.4%
合計	37	100%

(出典:ヒアリング調査により筆者作成)

注目すべき点は、約 7 割(70.2%)の施設で 1 週間以内に検査が実施されており、その中の 3 割以上(37.8%)の施設では当日検査が可能である点である。この結果より、日本において迅速な MRI の検査を提供可能であり、健康被害も発生していないことが読み取れる。

また、Nutti et al.(2012)は、イタリアの州間比較において、MRI 装置数と待ち時間の間に統計的に有意な相関が認められなかったと報告している。そのため、CON 制度の導入による MRI の減少が、検査の待ち時間と強く結びつくわけではなく、待ち時間の増加による健康被害も少ないことが予想される。

加えて、本制度では例外規定を設けることで、医療アクセスの低下や健康被害の発生を未然に防止することが可能であり、このことから本制度が憲法第 13 条および第 25 条が掲げる「公共の福祉」の理念に抵触するおそれはない。

以上より、日本における CON 制度導入の実現可能性は高いといえる。

第2項 政策提言II:CDS 制度の導入

・提言

CDS 制度の導入

・提言対象

日本放射線学会(JSR)、厚生労働省、医療機関、都道府県、社会保険診療報酬支払基金または国民健康保険団体連合(以下、審査支払機関)

・提言理由

分析IIの結果から、外来患者数が減少した医療機関ほど供給者誘発需要が発生していることが示唆されたため、その抑制に向けた制度設計が求められる。

そこで、有効な政策として、アメリカやイギリスで導入が進む CDS 制度を日本にも導入することが挙げられる。CDS 制度とは、医師が検査や診断の意思決定を行う際に、医学的根拠に基づいて代替機器の使用や重複検査の回避を助言・警告する仕組みであり、供給者誘発需要を抑制する役割を果たす。

実際に、イギリスでは CDS 制度の導入により不要な画像撮影件数が年間で約 3~6%削減されたことが報告されている(Royal College of Radiologists, 2024)。したがって、日本においても CDS 制度を導入し、医学的妥当性に基づいた検査実施を促すことで、医療資源配置の適正化と医療費の効率的利用を実現することが期待される。

・提言内容

本制度で導入する日本の CDS 制度では、医師が電子カルテ上で検査依頼を入力すると、CDS システムが自動的に連携し、疾患ごとのガイドラインおよび AUC(Appropriate Use Criteria:適正使用基準)との照合結果をリアルタイムに表示する仕組みとする(図 8①参照)。これにより、医師は診療の意思決定時に過剰・重複検査を回避し、医学的根拠に基づいた検査選択を行うことが可能となる。

CDS 制度の導入については、全国一律ではなく、医療機関ごとの判断に委ねることとする。これにより、医療機関の規模や IT インフラ整備状況に応じた柔軟な導入が可能となる。

また、制度の導入および運用を促進するためのインセンティブ措置として「CDS 連携加算」を新設する。本加算の算定基準としては、AUC に基づいて適正と判断された検査のみを対象とする。支払いは、他の診療報酬項目と同様に審査支払機関を通じて実施する(図 8⑤参照)。さらに、日本で CDS 制度の普及を促進するために、医療計画を活用する。医療計画には、「CDS 運用率」を新たな評価指標として位置づけることで、医療機関の導入状況を都道府県単位で把握・公表する仕組みを整える。

このように、行政側から制度導入を推進し、供給者誘発需要の抑制と医療費の削減を目

指す。

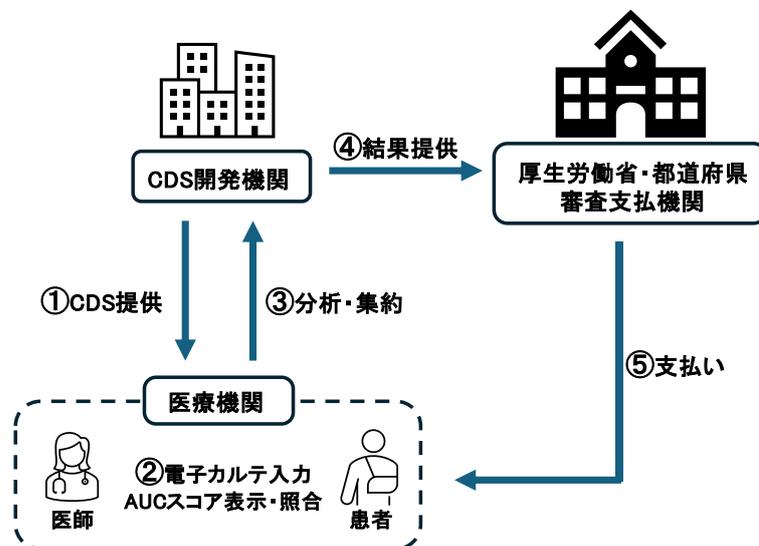


図 8:CDS 制度概要

(筆者作成)

・政策にかかる費用

本制度の費用は、CDS 制度を導入しているイギリスの費用を参考に算出する。イギリスは病院グループ(NHS Trust)単位の結果が報告されている一方、病院 1 施設あたりの算出は明示されていない。そこで、1 グループ平均 5 病院と仮定して算出すると、1 病院あたりの初期費用は約 260 万円であり、年間固定費は約 268 万円となる (Royal College of Radiologists, 2024)。

上記を参考に医療機関が導入を通じて CDS 制度の総導入費用を回収できるようなインセンティブ付けを次の政策効果で算出する。

・政策効果

(1)医療費削減効果

CDS制度の導入効果については、分析IIの推定結果を用いて算出する。本提言では、MRIの供給者誘発需要がCTと同程度まで低下すると仮定した場合(以下、シナリオ1)、供給者誘発需要がすべて抑制されたと仮定した場合(以下、シナリオ2)の2つのシナリオを設定する。それぞれのシナリオにおいて、外来患者数が5%、10%、15%減少した際の削減額を試算する。

分析IIの推定結果によると、MRIを設置している病院サンプルにおける外来患者数の変化の効果を表す係数は $\pi_{MRI} = -0.84$ 、CTのみを設置している病院サンプルにおける外来

患者数の変化の効果を表す係数は $\pi_{CT} = -0.27$ であった。これらの係数は、外来患者数の変化率に対する患者一人あたり MRI 撮影率の弾力性を表している。

外来患者数が $p(p = 0.05, 0.10, 0.15)$ だけ減少したとき、外来患者数の対数変化は $\Delta \ln \text{外来患者数} = \ln(1 - p)$ である。分析 II のモデル式より、患者一人あたり MRI 撮影率 CR の対数変化は

$$\Delta \ln CR_{MRI} = \pi_{MRI} \cdot \ln(1 - p)$$

$$\Delta \ln CR_{CT} = \pi_{CT} \cdot \ln(1 - p)$$

と表される。これを実際の増加率(倍数)に変換すると、供給者誘発需要による撮影件数の増加率(倍率)は

$$r_{MRI} = e^{\Delta \ln CR_{MRI}} - 1$$

$$r_{CT} = e^{\Delta \ln CR_{CT}} - 1$$

となる。

そこで、MRI にかかる年間医療費総額を政策提言 I と同様の MRI の年間医療費総額(C)を利用すると、各シナリオにおける医療費削減額は次のように表される。

- シナリオ 1(MRI の弾力性が CT と同程度まで低下)

$$\text{医療費削減額 } S_1 = C \times (r_{MRI} - r_{CT})$$

- シナリオ 2(供給者誘発需要が完全に抑制)

$$\text{医療費削減額 } S_2 = C \times r_{MRI}$$

外来患者数が 5%、10%、15%減少するそれぞれのシナリオについて上式を用いて試算した結果、医療費削減額はシナリオ 1 で最大約 321.6 億円、シナリオ 2 で最大約 464.9 億円となった(表 13 参照)。

(2) 「CDS 連携加算」の総導入費用

また、本制度は病院が導入した際のインセンティブとして「CDS 連携加算」を提言している。仮に「CDS 連携加算」の報酬点数はイギリスでの CDS の導入費用を考慮して 165 点とする。算出式は以下で表される。

$$\text{年間総導入費用} = 165 \text{ 点} \times 10 \text{ 円} \times \text{総MRI撮影件数} \times \text{AUC適合割合}$$

ここでの AUC 適合割合は適正と判断される撮影件数の割合である。シナリオ 1 は MRI の供給者誘発需要が CT 水準まで低下すると仮定しているため、CT における供給者誘発需要の 0.27 以外が適正と判断された割合とし、AUC 適合割合を 0.73 と仮定する。一方で、シナリオ 2 では供給者誘発需要の抑制が完全になされており、適合しない検査は実施されないため、AUC 適合割合は 1 と仮定する。また、総 MRI 撮影件数は MRI にかかる年間医療費削減額の算出で使用された 2023 年度の数値を用いる。

それらの値を代入した結果、総導入費用はシナリオ 1 では 約 202.2 億円、シナリオ 2 では約 277.0 億円に上がることが明らかとなった。

(3)1 医療機関の年間報酬額

総導入費用は財政支出となるが、医療機関側から見れば加算として受け取る年間報酬額となる。1 医療機関あたりの報酬額は、総導入費用から厚生労働省「医療施設調査」により MRI を保有する 6,728 施設を除いて算出し、1 医療機関あたりの報酬額はシナリオ 1 では約 300.6 万円、シナリオ 2 では約 411.7 万円となった。ただし、シナリオ 1 およびシナリオ 2 において、患者数の減少率が 5% である場合は、年間報酬額を費用が上回るため赤字となる。

以上の結果から、CDS 制度の導入は MRI の医療費総額の削減効果が示された(表 13 参照)。

表 13:政策提言IIのまとめ

一人あたりMRI撮影件数の増加率

	外来患者5%減少	外来患者10%減少	外来患者15%減少
MRI	4.4%	9.3%	14.6%
CT	1.4%	2.9%	4.5%

シナリオ1:CTと同程度まで抑制された供給者誘発需要

	外来患者5%減少	外来患者10%減少	外来患者15%減少
供給者誘発需要(MRI-CT)	3.0%	6.4%	10.1%
医療費削減額	約95.5億円	約203.8億円	約321.6億円
総導入費用	約202.2億円	約202.2億円	約202.2億円
純削減額	-約106.6億円	約1.5億円	約119.4億円
1医療機関あたり報酬額	約300.6万円	約300.6万円	約300.6万円

シナリオ2：完全に抑制された供給者誘発需要

	外来患者5%減少	外来患者10%減少	外来患者15%減少
供給者誘発需要(MRI-0)	4.4%	9.3%	14.6%
医療費削減額	約140.1億円	約296.1億円	約464.9億円
総導入費用	約277.0億円	約277.0億円	約277.0億円
純削減額	-約136.8億円	約19.1億円	約187.9億円
1医療機関あたり報酬額	約411.7万円	約411.7万円	約411.7万円

(筆者作成)

・実現可能性

本制度の導入にあたっては、2つの課題が想定される。第一に、日本の医療制度や医療環境の特性から、CDS制度が同様の効果を発揮しない可能性がある点である。第二に、医療機関側にとってCDS制度に従う経済的メリットが乏しい点である。

第一に、日本の医療制度下でCDS制度が効果を発揮可能かについては、アメリカが日本と同様に出来高払い制度が採用されており、不要な画像検査の削減効果が確認されている(Chepelev et al. 2021; Blackmore et al. 2011)。このことから、日本においても一定の効果が得られる可能性が高いと考えられる。また、日本医学放射線学会(JSR)が中心となってCDSシステムの開発を進めており、日本の医療制度・医療提供の実態に即した設計が可能である。さらに、医用画像データベース「J-WID(Japan Medical Imaging Database)」には2016年以降の医用画像およびレポート情報が蓄積されており、疾患ごとのガイドラインやAUCの整備に必要なデータ基盤が既に整っている。

第二に、医療機関側に経済的メリットがないことについては、診療報酬制度上に「CDS連携加算」を新設することで、制度導入および運用へインセンティブを付与し、経済的なメリットを発生させる。これにより、単に撮影件数を増やすことによる収益拡大が困難となり、医療機関における過剰検査の経済的誘因を抑制する効果が期待できる。

さらに、都道府県の医療計画において「CDS運用率」を評価指標として採用し、利用が把握されることで導入状況を可視化し、透明性を通じた行動変容の促進が期待される。

以上のように、経済的インセンティブと行政による可視化を組み合わせることで、外来患者数減少時に見られる収入補填行動を抑制し、医療機関に制度の定着を促す効果が期待される。

第3節 政策提言のまとめ

政策提言Ⅰでは、地域ごとの医療需要に即した設備投資を行うことによる供給者誘発需要抑制を目的に「CON制度」の導入を提言した。本制度により、過剰な設備投資とそれに伴う供給者誘発需要の抑制が期待できる。シミュレーションの結果、約84億～258億円の削減が見込まれる。

政策提言Ⅱでは、供給者誘発需要に対して提案および警告を行う「CDS制度」の導入を提言した。これにより、医療機関が収益保持を追求した供給者誘発需要が発生しにくい環境を推進出来る。シミュレーションの結果より、本制度によって約95億円～465億円の削減が見込まれる。

以上の2つの政策提言により、本稿の目的である供給者誘発需要と医療費の削減が達成される。

おわりに

本稿では、「MRI 市場の飽和状態における供給者誘発需要の構造変化」を実証的手法により明らかにすることを目的として研究を行った。現状分析において、高額医療機器の中でも MRI については撮影件数の制限が存在せず、さらに機器の過剰な導入により市場が飽和状態に達している可能性が示された。その結果、医療機関は収入補填を目的とした検査件数の増加、すなわち供給者誘発需要が発生しやすい構造にあることが明らかになった。

実証分析では、以下の2点が確認された。

- (1) 高テスラ機器の導入および更新を行った病院ほど MRI 撮影件数を増加させる傾向がある。
- (2) 外来患者数が減少した病院ほど、患者一人あたりの MRI 撮影件数を増加させる傾向がある。

これらを踏まえて、政策提言では、病院による収益保持目的の検査増加という供給者誘発需要の発生を抑制させるために、①高額医療機器の導入を事前審査する Certificate of Need(CON)制度の導入②検査の妥当性を支援する Clinical Decision Support(CDS)制度の導入を提案した。

しかしながら、本稿には課題が残されている。すなわち、CON 制度によって設置規制を行った場合に、患者の健康に及ぼす影響を正確に推定できていない点である。医療機関に対するアンケート調査の結果、検査を受ける際の待ち時間がほとんど存在しないことから、CON 制度の導入は一定程度可能であると判断した。しかしながら、待ち時間の変化を具体的にシミュレーションしたわけではないため、制度導入による待ち時間の増加が、患者の健康アウトカムに悪影響を及ぼす可能性を排除することはできない。

本稿の執筆にあたり、全都道府県や医療機関の方々にヒアリング調査やデータ取得面で多大のご協力を頂いた。ここに感謝の意を表す。

参考文献・データ出典

・ 主要参考文献

- Alinia, C., Takian, A., Saravi, N., Yusefzadeh, H., Piroozi, B., and Olyaeemanesh, A. (2021) , “Physician induced demand for knee replacement surgery in Iran”, “BMC Health Services Research”,21 (763) .
- Blackmore, C. C., Mecklenburg, R. S., and Kaplan, G. S. (2011) , “Effectiveness of Clinical Decision Support in Controlling Inappropriate Imaging”, “Journal of the American College of Radiology”,8 (1) , pp19–25.
- Chen, Y., Pan, Y., and Ding, Y. (2023) , “How does market competition affect supplier-induced demand? An experimental study”, “Frontiers in Public Health”,11, 1024337.
- Chepelev, L. L., Wang, X., Gold, B., Bonzel, C.-L., Rybicki, F., Uyeda, J. W., Sheikh, A., Anderson, D., Lindaman, J., Mogel, G., Mitsouras, D., Mahoney, M. C., Cai, T., and Rybicki, F. J. (2021) , “Improved appropriateness of advanced diagnostic imaging after implementation of clinical decision support mechanism”, “Journal of Digital Imaging”,34, pp. 397–403.
- Dreger, M., Langhoff, H., and Henschke, C. (2021) , “Adoption of large-scale medical equipment: the impact of competition in the German inpatient sector”, “The European Journal of Health Economics”, 23, pp. 791–805.
- Dzampe, A. K., and Takahashi, S. (2022) , “Competition and physician-induced demand in a healthcare market with regulated price: Evidence from Ghana”, “International Journal of Health Economics and Management”,22, pp. 295–313.
- Goto, R., and Kato, H. (2019) , “Hospital competition and technology adoption: An econometric analysis of imaging technology in Japan”, “RIETI Discussion Paper Series”,19-E-

013, Research Institute of Economy, Trade and Industry.

- Horwitz, J. A., Nichols, C. H., Colla, C. H., and Cutler, D. M. (2024) ,“Technology Regulation Reconsidered: The Effects of Certificate of Need Policies on the Quantity and Quality of Diagnostic Imaging”,“NBER Working Paper”,No. 32143.
- Ikegami, K., Machikita, T., and Kawata, K. (2021) ,“Competition-Driven Physician-Induced Demand: Evidence from Japanese MRI Scanners”,“Journal of Health Economics”,80, 102552.
- Mankiw, N. G., and Winston, M. D. (1986) ,“Free Entry and Social Inefficiency”,“The RAND Journal of Economics”,17 (1) , pp. 48–58.
- Nuti, S., and Vainieri, M. (2012) ,“Managing waiting times in diagnostic medical imaging”,“BMJ Open”, 2, e001255.
- Lavaste, K. (2025) ,“Overuse of medical imaging and effects of payer-provider integration: quasi-experimental evidence from Finland”, “Health Economics Review”,15, 4 (2025) .
- Schmidt-Dengler, P. (2006) ,“The Timing of New Technology Adoption: The Case of MRI”,“London School of Economics”
- Sekimoto, M., and Li, M. (2015) ,“Supplier-induced demand for chronic disease care in Japan: Multilevel analysis of the association between physician density and physician–patient encounter frequency”,“Value in Health Regional Issues”,6C, pp. 103–110.
- Si, Y., Zhou, Z., Su, M., Hu, H., Yang, Z., and Chen, X. (2020) ,“Re-examining supplier-induced demand in health care: Comparisons among patients affiliated and not affiliated with healthcare professionals in China”,“GLO Discussion Paper”,No. 688, Global Labor Organization (GLO) , Essen.
- Suzumura, K., and Kiyono, K. (1987) ,“Entry Barriers and Economic Welfare”,“The Review

of Economic Studies”, 54 (1) , pp. 157–167.

- Reyes-Santias, F., Cordova-Arevalo, O., Busto-Dominguez, I., and Antelo, M. (2023) ,“Factors influencing medical imaging technology uptake by private hospitals”,“Health and Technology”, 13, pp. 937–945.
- Watari, T., Hlaing, T. M., and Kanda, H. (2021) ,“The Choosing Wisely Initiative and MRIs: Over- and Under-Diagnosis in Japan and Myanmar”,“Cureus”,13 (4) , e14342.

・引用文献

- Lewbel, A. (2012) “Using Heteroscedasticity to Identify and Estimate Mismeasured and Endogenous Regressor Models”, “Journal of Business & Economic Statistics”, 30(1), pp. 67–80. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/07350015.2012.643126>, (参照日 2025/11/01)
- Office of the Auditor General of Alberta (2021) “Use of Publicly Funded CT and MRI Services, Report of the Auditor General, April 2021”, <https://www.oag.ab.ca/wp-content/uploads/2021/04/oag-ahs-ct-mri-report-apr-2021.pdf>, (参照日 2025/11/01)
- Royal College of Radiologists (2024) “2024 Spending Review Representation from the Royal College of Radiologists”, <https://www.rcr.ac.uk/media/iz0pbdua/2024-spending-review-representation-from-the-royal-college-of-radiologists.pdf>, (参照日 2025/11/01)
- 厚生労働省医政局総務課 (2017) 「地域医療構想の実現に向けた取組状況等について」 . 第 8 回医療計画の見直し等に関する検討会 資料 3、p.14. <https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-10801000-Iseikyoku-Soumuka/0000014430.pdf>, (参照日 2025/11/01)
- 厚生労働省 (2019) 「医療機器の効率的かつ有効・安全な利用について」 . 社会保険医療協議会総会資料. <https://www.mhlw.go.jp/content/12404000/000522158.pdf>, (参照日 2025/11/01)
- 厚生労働省 (2019) 「中央社会保険医療協議会総会 第 427 回議事録 (2019 年 10 月 23 日)」 . https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000205879_00075.html, (参照日 2025/11/01)
- 厚生労働省医政局地域医療計画課 (2023) 「基準病床数制度について」 . 資料 3。

<https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000000zc42-att/2r9852000000zc7d.pdf>, (参照日 2025/11/01)

- ・ 小松大介 (2021) 『病院経営の教科書：数値と事例で見る中小病院の生き残り戦略〔第2版〕』、日本医事新報社, p.71.
- ・ 日本学術会議 (2017) 「CT検査による医療被ばく低減に関する提言」 .
<https://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-23-t248-1.pdf>, (参照日 2025/11/01)
- ・ 飛田英子 (2014) 「医療計画の実効性を高めるためにアメリカ CON 規制から学べ」 「JRI レビュー」 Vol.4, No.14, pp.2-17.
<https://www.jri.co.jp/MediaLibrary/file/report/jrireview/pdf/7085.pdf>, (参照日 2025/11/01)

・データ出典

- ・ National Conference of State Legislatures (2024) ,“Certificate of Need State Laws.”
<https://www.ncsl.org/health/certificate-of-need-state-laws>, (参照日 2025/11/01)
- ・ OECD (2020-2021) ,“OECD Health Statistics”
<https://www.oecd.org/en/data/datasets/oecd-health-statistics.html>, (参照日 2025/11/01)
- ・ OECD (2025) 「OECD Data Explorer — 医療技術：MRI 検査件数(Diagnostic exams – MRI, 2014–2023)」
<https://www.oecd.org/en/data/indicators/magnetic-resonance-imaging-mri-exams.html>, (参照日 2025/11/01)
- ・ 医療介護情報局 (2025) 「医療機能情報（ナビイ）データベース」
https://caremap.jp/cities/search/facility_medical, (参照日 2025/11/01)
- ・ 公益財団法人 日本医療機能評価機構 (2017–2018) 「病院機能評価・病院機能評価の情報提供」
<https://jcqhc.or.jp/>, (参照日 2025/11/01)
- ・ 厚生労働省 (2009–2023) 「医療施設調査」
<https://www.mhlw.go.jp/toukei/list/79-1.html>, (参照日 2025/11/01)
- ・ 厚生労働省 (2017) 「平成 29 年受療行動調査（概数）の概況」
<https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jyuryo/17/index.html>, (参照日 2025/11/01)
- ・ 厚生労働省 (2017-2018) 「医療情報ネット（ナビイ）」
<https://www.iryuu.teikyouseido.mhlw.go.jp/znk-web/juminkanja/S2300/initialize>, (参照日 2025/11/01)
- ・ 厚生労働省 (2017–2018) 「病床機能報告」
https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/open_data_00008.html, (参照日

2025/11/01)

- 厚生労働省 (2018–2023) 「NDB オープンデータ」
<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000177182.html>, (参照日 2025/11/01)
- 厚生労働省 (2024) 「令和 5 年 医療費の動向」
https://www.mhlw.go.jp/topics/edias/year/23/dl/iryouchi_data_sankou.pdf, (参照日 2025/11/01)
- 総務省 (2017–2018) 「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数」
<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&toukei=00200241&tstat=000001039591>,
(参照日 2025/11/01)
- 総務省 (2024) 「令和 6 年 地方公務員給与実態調査 結果報告」 (第 8 表 団体区分別平均給与月額 一般行政職)、p.1。
https://www.soumu.go.jp/main_content/000853325.pdf, (参照日 2025/11/01)
- 兵庫県健康福祉部医務課 (2024) 「令和 7 年度予算要求一覧表」 (医療審議会運営経費 2,614 千円)。
https://web.pref.hyogo.lg.jp/kk20/documents/hokeniryuu_youkyuu.pdf, (参照日 2025/11/01)