

2025 年度 統計データ分析コンペティション

統計活用奨励賞 [大学生・一般の部]

日本における MRI 設置の現状と過剰導入の 実証的検証

川村 結愛、磯崎 結希、鍛治 和香、

濱田 侑弥、宮脇 渉多

(大阪経済大学経済学部経済学科)

論文の概要

多くの市町村では MRI の設置台数が概ね最適であるが、一部地域では大幅な過剰設置が確認されており、過剰導入は都市部に限らず地方都市にも見られることから地域ごとに差異が存在することを明らかにしている。

論文審査会コメント

高額医療機器の過剰導入というユニークな問題設定となっており、利潤に基づく MRI 導入モデルによる分析も有望である。構造モデルによる参入分析は厳密で説得力が高く、市町村・二次医療圏の二重スケールを扱い、頑健性の確認も行っていて堅牢な手法となっている。過剰導入の地域分布を明確にした点は高く評価できるが、医療費増大について問題意識と分析結果の説明が弱いため政策的含意が必ずしも十分に導出されていない点が課題となる。

日本における MRI 設置の現状と過剰導入の実証的検証

第1節 はじめに

近年、日本における国民医療費は少子高齢化に伴い増加の一途を辿っており、今後もその傾向が続くと予想されている。厚生労働省が発表した「医療費の将来見通し」によれば、2023年の国民医療費は約 47.3 兆円であるのに対し、2040 年には約 78.1 兆円に達すると推計されている。⁽¹⁾さらに医療費の GDP 比率も同時に増加傾向にあり、この進度で増加した場合、将来世代の財政負担は一層重くなり、医療保険制度の持続が困難になる恐れがある。以上のことから、医療費の増加を抑制することは喫緊の課題であるといえる。

医療費の増加は高齢化だけでなく、他の要因も大きく寄与している。総務省統計局のデータに基づき 1995 年を基準年として作成した「医療費公費負担、高齢化率の推移（指数化）」によれば、国民医療費は 2023 年において 1995 年比で約 2.13 倍に増加している。⁽²⁾一方、高齢化率（65 歳以上人口の割合）も 2023 年に約 1.99 倍増加しているが、2010 年代以降はその伸びが緩やかになっている点が確認される。注目すべきは、高齢化率の上昇が鈍化する一方で、医療費の公費負担額は引き続き高い伸びを示していることである。これは、医療費の増加が高齢化の進行のみでは説明しきれず、他の要因が影響している可能性を示唆している。

以上のことから、単なる高齢化だけではなく、医療サービス提供側の行動や設備投資戦略も、医療費増加の重要な要因であると考えられる。特に、高額医療機器（CT、MRI、PET など）の過剰導入がその一因として挙げられる。日本は OECD 加盟国の中でも突出して人口 100 万人あたりの MRI 設置台数が多く、2020 年時点では約 57 台といずれも加盟国中最大である。⁽³⁾

日本では、MRI 等の高額医療機器の導入において、台数規制や設置基準が存在しないことが、過剰設置を招く要因となっている。とりわけ、フランスやドイツとは異なり、医療機関は自主的な判断により設備投資を行うことが可能であり、このような制度的環境下では病院間競争が生じやすい。特に近隣医療機関による機器導入は、新たな患者獲得や患者流出防止の手段として機能する。その結果、地域内における機器の保有台数は需要を上回る水準まで増加し、過剰な設備投資が促進される。

日本の病院が MRI の導入を促進する既存研究が存在する。例えば、Ikegami et al. (2021)⁽⁴⁾は、OLS 回帰分析を用い、近隣の病院間競争(1km 圏内)が MRI の設置を促す要因となっていることを実証的に示している。

しかしながら、我々の知るところによると、MRI 設置台数がその地域内で過剰導入しているかどうかを調べた研究は存在しない。そこで、本研究では、Bresnahan and Reiss (1991)⁽⁵⁾のエントリーモデルを用い、地域ごとの病院間競争を考慮に入れたうえで、MRI の過剰導入が生じている地域を実証的に特定する。

第2節 研究の方法と手順

本稿の分析では、各市場において病院が MRI を導入するか否かを利潤に基づいて決定する構造モデルを考察する。はじめに、ある市場に存在する病院数を N_j 、そのうち MRI を導入している病院数を n_j と定義する。このとき、当該市場で n_j 個の病院が MRI を導入している場合の「1病院あたり」の利潤は

$$\pi(n_j) = R_j(n_j) \cdot S_j - F + \varepsilon_j(1)$$

と表される。

ここで、

- $R_j(n_j)$ は 1 人あたりの診療報酬収入から平均可変費用を差し引いた「可変利潤」である。これは導入病院数 n_j に応じて低下することが想定される。
- S_j は市場規模(例：人口)
- F は MRI 導入にかかる固定費用
- ε_j は市場ごとの利潤に影響を与える観察不可能な要因

である。

次に、式(1)を推定可能な形にするため、可変利潤を

$$R_j(n_j) = \beta_1 - \sum_{j=2}^N \beta_j D_j$$

と仮定する。 D_j は j 個の病院が MRI を導入していた場合に 1 となるようなダミー変数であり、追加的な病院の MRI の導入が既存病院の利潤に与える影響を捉えている。

また、市場規模 S_j には市町村ごとの人口(百万単位)を用いる。これらを式(1)に代入すると、利潤は

$$\pi(n_j, Z_j) = (\beta_1 - \sum_{j=2}^N \beta_j D_j) \cdot S_j - F + \varepsilon_j$$

の形で表される。

次に、病院が新たに MRI を導入するか否かの意思決定を考える。もし市場に新たな病院が参入しようとした際に、利潤が正 (すなわち $\pi(n_j + 1) \geq 0$) であれば、参入は観測されるはずである。一方、実際には $n_j + 1$ 番目の病院が参入していない場合には、 $\pi(n_j + 1) < 0$ が成立する。

同様に、既に市場に存在している n_j 個の病院については、それぞれが少なくともゼロ以上の利潤を得ている必要がある。すなわち

$$\pi(n_j) \geq 0$$

が成立する必要がある。

これらの条件を整理すると、観察された病院数 n_j は以下の 2 つの不等式を同時に満たす必要がある。すなわち $\pi(n_j) \geq 0$ かつ $\pi(n_j + 1) < 0$ となる。この関係は、現在の病院数が収益性を持つつも、追加の病院の参入は利潤を確保できないことを意味している。

このとき、誤差項 ε_j が標準正規分布に従うと仮定すれば、累積分布関数 (CDF) を用いて、ある市場で n_j 個の病院が参入している確率は

$$\Pr(n_j) = \Phi\left(\frac{(\beta_1 - \sum_{j=2}^N \beta_j D_j) \cdot S_j - F}{\sigma}\right) - \Phi\left(\frac{(\beta_1 - \sum_{j=2}^{N+1} \beta_j D_j) \cdot S_j - F}{\sigma}\right)$$

と表される。ここで、 $\Phi(\cdot)$ は標準正規分布の累積分布関数、 σ は誤差項の標準偏差を表している。

最後に、このモデルを用いて観測データに最も適合するパラメータ β_1, β_j, F を求めるため、次の対数尤度関数を

$$\mathcal{L} = \sum_{j=1}^J \log(\Pr(N = n_j))$$

を最大化する。

このパラメータを解くことにより、MRI の導入の経済的インセンティブに基づいた病院の参入行動を定量的に示すことができる。

さらに、上記の利潤関数を利用することで、必要人口を計算することが可能である。たとえば、現在の特定化のもとでは、1 つの病院だけが MRI を導入する場合の利潤は

$$\tilde{\pi}(1) = \beta_1 S_j - F(2)$$

と表される。このとき、利潤がゼロとなる条件、すなわち $\tilde{\pi}(1) = 0$ を満たす人口を求ることで、その市町村に MRI が 1 台導入されるために必要な最小人口水準を導出できる。同様の手法により、MRI が 2 台、3 台と導入されるために必要な人口水準も順次計算可能である。これにより、各地域の人口規模と実際の MRI 設置台数との整合性を評価するための基準が得られる。

第 3 節 使用データ

表 1 より、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」をデータソースとして用いる。「病床機能報告」からは、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ている。⁽⁶⁾ 加えて、教育用標準データセット (SSDSE-A) を用いて、総人口および 65 歳以上人口を算出している。⁽⁷⁾ 本研究では、2017 年、2018 年、および 2020 年における病院データを取得している。これら 3 年間の情報を人口データと結合することで、市町村レベルのパネルデータを作成した。

表2は、本分析で用いた変数の記述統計量を示している。MRI設置台数の平均は0.634台と低く、多くの医療機関がMRIを保有していない一方で、最大8台を保有する施設も存在するなど、設備の偏在性がうかがえる。一方、対象市町村の平均人口は488,143人、65歳以上人口は125,040人と、人口構成に地域差がみられる。特に最大人口は375万人、65歳以上人口も91万人を超える地域が存在しており、都市規模の格差が大きいことも確認される。

表1:分析で使用する変数

変数	変数の定義・算出方法	出典
MRI設置台数	病院のテスラごとの設置台数合計	厚生労働省「病床機能報告」
人口	市区町村別の人口総数	SSDSE-A
年齢65歳以上	市区町村別の65歳以上人口	SSDSE-A
二次医療圏人口	二次医療圏ごとに市区町村別の人口総数を合計	筆者作成
二次医療圏年齢65歳以上	二次医療圏ごとに市区町村別の65歳以上人口を合計	筆者作成

表2:記述統計量

	観測数	平均値	標準偏差	最小値	最大値
MRI設置台数	21464	0.634	0.838	0	8
人口	21840	488143	717713.8	1433	3754772
年齢65歳以上	21840	125040.2	177054.7	605	918525
二次医療圏人口	21840	761112.1	736577.8	10928	3754772
二次医療圏年齢65歳以上	21840	197290.9	177882.3	4523	918525

第4節 推定結果

分析の推定結果は表4に示してある。観測される中で6台以上のMRIを導入している病院が存在する市町村は全体の1割程度と少ないため(表3参照)、MRIを導入する最大病院数を6として、市町村人口、市町村65歳以上人口の推定を行っている。

表3:各市町村における病院数とMRIの導入済み病院数の分布

市町村に存在する病院数	MRIを導入している病院数											合計
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10以上	
1	205	197										402
2	44	123	52									219
3	12	70	57	22								161
4	3	27	38	28	2							98
5	2	13	27	16	8	3						69
6	1	6	14	15	10	3	1					50
7		1	11	15	6	10						43
8		2	4	10	4	6	1	2				29
9		2	3	5	6	5	4	1				26
10以上		2	3	7	11	9	23	21	8	16	62	162
合計	267	443	209	118	47	36	29	24	8	16	62	1259

患者が医療を受けられる範囲は、市町村よりも二次医療圏で決まっている。したがって、二次医療圏人口総数、二次医療圏 65 歳以上人口の推定も行った。表 4 の推定結果から、 β_1 は、最初に病院がその市場で導入した際の利潤であり、65 歳以上人口が大きいほど、利潤が高いことが分かる。また 2 つ目の病院が MRI を導入した時の係数 β_2 は、市町村人口総数の係数と比べ、二次医療圏人口総数の係数は小さい。これは最初に MRI を導入した病院が奪われる利潤を示しており、二次医療圏のほうが市町村より市場規模が大きいので、二次医療圏人口総数の係数 β_2 は、市町村人口総数に比べ小さいと思われる。

表 4 : 分析の推定結果

	市町村人口総数		市町村65歳以上人口		二次医療圏人口総数		二次医療圏65歳以上人口	
	6 病院まで		6 病院まで		6 病院まで		6 病院まで	
	係数	標準偏差	係数	標準偏差	係数	標準偏差	係数	標準偏差
β_1	74.685**	2.335	279.110**	8.101	13.218**	0.000	17.921**	0.000
β_2	48.376**	1.925	168.780**	6.920	4.484**	0.001	2.606**	0.000
β_3	10.782**	0.696	42.584**	2.618	5.127**	0.001	4.058**	0.000
β_4	5.615**	0.470	23.879**	1.970	1.615**	0.002	3.577**	0.410
β_5	2.0879**	0.289	8.679**	1.196	0.608**	0.051	2.410**	0.390
β_6	1.485**	0.234	6.251**	0.983	0.420**	0.067	1.757**	0.294
F	1.241**	0.218	5.153**	0.905	0.315**	0.057	1.118**	0.211

**は5%有意水準を示す

結果の頑健性を調べるために、市町村総人口の最大病院数を 7, 8, 9, 10 として推定を行った。表 5 から、最大病院数を 7, 8, 9, 10 の各 β と F(固定費) はほぼ一致しており、我々の結果の頑健性を示している。

表 5 : 頑健性の確認

	市町村人口総数							
	7 病院まで		8 病院まで		9 病院まで		10 病院まで	
	係数	標準偏差	係数	標準偏差	係数	標準偏差	係数	標準偏差
β_1	73.598**	2.095	74.194**	2.094	74.431**	2.088	74.685**	2.335
β_2	47.848**	1.830	48.134**	1.833	48.204**	1.834	48.376**	1.925
β_3	10.724**	0.664	10.751**	0.665	10.757**	0.665	10.783**	0.696
β_4	5.609**	0.471	5.607**	0.471	5.608**	0.471	5.616**	0.470
β_5	2.116**	0.293	2.097**	0.291	2.094**	0.290	2.088**	0.289
β_6	1.536**	0.242	1.503**	0.237	1.497**	0.236	1.485**	0.234
β_7	1.312**	0.230	1.267**	0.223	1.258**	0.221	1.241**	0.218
β_8			1.101**	0.221	1.087**	0.209	1.062**	0.204
β_9					0.382**	0.132	0.369**	0.127
β_{10}							0.078	0.182
F	1.513**	0.051	1.537**	0.050	1.543**	0.050	1.157**	0.051

**は 5 % 有意水準を表す

表 6 : 参入閾値

病院数	市町村人口	市町村65歳以上人口	二次医療圏人口	二次医療圏65歳以上人口
	人数(千人)			
1	20848	6472	50355	33597
2	59184	16374	76208	39315
3	100287	26667	184537	53489
4	157113	41184	334163	78406
5	199047	51343	481107	114276
6	245694	62436	690822	171494

表 6 では、式(2)に推定結果を代入し、1台目の MRI が導入されるために必要な人口規模を算出した。具体的には、市町村レベルにおいて MRI の導入が観測される最小限の人口規模を理論的に求めたところ、必要とされる市町村人口は 20,848 人、65 歳以上人口では 6,472 人であることが明らかとなった。

また、同様の手法を二次医療圏レベルに適用した結果、MRI を 1 台導入する際に必要な二次医療圏人口は 50,355 人、65 歳以上人口では 33,597 人であった。特に、二次医療圏における 65 歳以上人口が市町村単位の必要人口の約 1.6 倍であること、また、市町村における総人口に対する高齢者人口の割合(約 31%)と整合的である点からも、この推定値の妥当性が示唆される。

さらに、二次医療圏単位での必要人口が市町村単位の約 2.4 倍に相当することは、より広域での医療機器配置が想定される二次医療圏という市場特性を踏まえると合理的である。医療政策は主に二次医療圏を基準とするため、これらの結果は、人口構成や市場規模を考慮した医療機器配置の政策的基準を設定する上で重要な示唆を提供している。

第 5 節 結果の解釈

推定された MRI 導入に必要な人口規模を基準として、各市町村における人口と実際の MRI 設置台数を比較する。その際、実際の設置台数から理論的に導出された最適台数を差し引くことで、各地域における設置の過不足を定量的に検証する。これにより、MRI が全国的に一律に過剰設置されているのか、それとも地域によって異なるのかを明らかにする。

表 7 : 市町村における MRI 設置台数の過不足

MRI(台)	不足	最適	過剰									
	-1以下	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
市町村数	664	321	102	54	31	15	9	6	8	5	4	6
割合(%)	53	25	8	4	2	1	0	0	0	0	0	0

表7より、現在市町村において最適な設置台数を導入している市町村は321市町村であり、その割合は25%であることが分かった。また最適な台数に満たない市町村も半数以上あることが明らかとなった。しかし、この市町村の多くは1台や2台の不足であり、おおむね最適な数を設置できていると考えられる。このことから約80%の市町村においてMRIの設置台数は過剰でないことが明らかとなった。

ここで問題となるのは、過剰に設置している市町村である。多くの市町村は1台や2台の過剰だが、中には10台も過剰に設置している市町村が存在していることが明らかとなった。これは1市町村で最適な数を10台も上回っており、過剰設置が深刻な水準に達していることを示している。

また、過剰に設置されている地域は都市部だけに限らず、別府市や今治市においても確認できた。このように1台や2台の過剰であればおおむね最適な数と言えるが、過剰な地域では設置台数においても多い地域が存在している。

以上のことから、日本のすべての地域においてMRIが過剰に設置されている訳でないことが分かった。日本が世界的にMRIの設置台数が過剰であると言われている原因として、過剰に設置されている地域の設置台数が、最適な台数を大幅に上回っていることが考えられる。これにより日本はMRIが過剰に設置されている可能性がある。

本稿の分析結果からは、MRIが特定の地域で過剰に設置されている理由までは明らかにすることはできなかった。今後の課題として、その背景を解明するために、市町村に存在する病院の特性を考慮する必要がある。具体的には、公立・私立の区別や、救急告示病院であるか否かといった医療提供体制の違いを取り入れることで、過剰設置が生じている地域の要因をより的確に把握できると考えられる。

参考文献

- (1) 厚生労働省「医療費の将来見通し」
(<https://www.mhlw.go.jp/content/12600000/000536591.pdf>) 2025/7/30 データ取得
- (2) 総務省統計局「人口推計」「国民医療費」
政府統計の総合窓口(e-Stat) (<https://www.e-stat.go.jp/>) 2025/7/30 データ取得
- (3) 「OECD Health Statistics」
(<https://www.oecd.org/en/data/datasets/oecd-health-statistics.html>) 2025/7/30 データ取得
- (4) Ikegami, K., Onishi, K., and Wakamori, N. (2021) “Competition-driven physician-induced demand,” *Journal of Health Economics*, Vol.79, Article 102488.
- (5) Bresnahan, T. F., and Reiss, P. C. (1991) “Entry and competition in concentrated markets,” *Journal of Political Economy*, Vol.99, No.5, pp.977–1009.
- (6) 「病床機能報告」
(https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/open_data_00008.html) 2025/7/30 データ取得

(7) SSDSE:教育用標準データセット,独立行政法人統計センター
(<https://www.nstac.go.jp/use/literacy/ssdse/>) 2025/7/30 データ取得