

利用者負担を考慮した公的医療施設の統廃合問題分析

Analyzing the Consolidation Problem of Public Medical Facilities Considering Patient Burden

北海道大学工学部環境社会工学科 ○学生員 原田祐輝 (Yuki Harada)
北海道大学工学院 学生員 峪 龍一 (Ryuichi Tani)
北海道大学工学研究院 正 員 内田賢悦 (Kenetsu Uchida)

1. はじめに

厚生労働省は 2019 年 9 月、全国の公立病院や日本赤十字社などの公的病院のうち、診療実績が乏しいなどと判断した 424 病院に統廃合を含めた再編の検討を求めることを決め、病院名を公表した。過剰とされる病床数の削減を踏まえた議論を促すことを狙った措置であり、病院名の公表は初めてである。

公立・公的病院の再編は、都道府県ごとにまとめた「地域医療構想」の一環である。厚生労働省は全国 1652 の公立・公的病院のうち 1455 病院について、がんや救急医療など 9 項目の診療実績を分析した。手術件数などが一定水準未満の病院のほか、車で 20 分圏内に同程度の実績の病院が複数ある場合も再編を要請する対象とした。再編の対象となる病院は公的病院全体の 29.1% に当たる。北海道でも全国 2 位の 48.6% の病院が対象となっている。¹⁾

病院再編のあり方は統廃合に限定せず、病床数の削減、診療科や病院機能の集約化など、地域の実情に見合った形となるよう、区域ごとの議論に委ねられている。その中でも、統廃合は病院再編の枠組みとして重要な役割を果たしている。今回は統廃合の問題に限定して分析を行う。

都道府県が病床の整備を図るにあたって設定する地域単位を医療圏と呼ぶ。二次医療圏とは、一体の区域として病院等における一般の入院に係る医療を提供することが相当である単位として定義される。その際、地理的条件、日常生活の需要の充足状況、交通事情等が考慮される。また、三次医療圏とは、最先端、高度な技術を提供する特殊な医療を行う医療圏で、通常は都道府県の区域を単位として定義される。²⁾ 三次医療圏の場合、ドクターヘリなどの機械の整備が重要となる。地域医療の安定的な確保という目的では二次医療圏の範囲で調査を行うことが適切であると考え、本稿では二次医療圏を想定して研究を進める。

病院統廃合を扱った研究として、相羽³⁾は立地費に着目した。立地費を用地取得費、建物建設費、医療機器整備費に分割し、病床数と費用の関係を分析した。その上で過大な立地費を 5%抑制するため、平均移動距離を最小化する立地配分モデル (p-median 問題) を適用した。新潟県上越地方を対象とした結果、病院を 8 施設から 5 施設に減らすことで立地費用を 5%削減出来る分析結果が出た。

p-median 問題では最も近い施設に人口を配分させる「最近隣施設選択行動」を仮定している。この仮定を適用すると各患者は最も近い病院を選び受診するというこ

とになる。しかし、この仮定によると患者の病院選択行動が病院への距離によってのみ決まるという点で現実とかけ離れている。また、利用者の移動時間や金銭的負担を考慮していない点も問題である。患者が病院を選択するにあたって、病院への移動時間や、受診料や交通費といった金銭費用の要素は大きな影響を与える。そのため病院の選択に関して、利用者負担を考慮することは重要である。加えて、相羽の研究においては経済学の方法には基づいていないため社会厚生を比較できない。病院の統廃合を考える上で社会厚生を比較できないことは、大きな問題である。

社会厚生を踏まえた分析をするために患者の効用を考慮する必要がある。Tani ら⁴⁾は企業のサテライトオフィスに関する立地選択行動を分析した。企業は労働投入費用最小化と総費用最小化をするように労働投入量を決定し、労働者は効用を最大化するように行動するとした時、企業の立地選択行動は選択ツリー構造を持つネステッドロジットモデルの形で表される。

本研究では、これら 2 つの論文のモデルや仮定を基に患者の意思決定モデルを構築する。病院を統廃合した際の患者の病院選択行動はどのように変化するか、またその時の社会厚生の変化に注目して分析を行う。患者の病院選択行動をもとに統廃合問題を分析することで、それぞれの状況における社会厚生を比較できる。立地選択行動を考慮することで、統廃合のパターンを社会厚生観点から比較することが可能となる。

2. モデルの仮定

本研究において設定した仮定を示す。

- (1) 人口はいくつかの人口集中点が存在し、そこから病院に行くものとする。
- (2) 人口集中点の個数は有限数である。
- (3) 病院の個数は有限数である。
- (4) 人口集中点の患者は病院に行くか、行かないかを判断する。
- (5) 病院に行くという選択肢をとった患者は、一定の割合で医療圏内における全公的病院の内の 1 つに行くという行動を取る。
- (6) 各病院は全ての診療科を持っているものとする。
- (7) 初期状態の各病院の病床数は一定である。
- (8) 統廃合後の各病院の病床数は需要を過不足なく賄う。
- (9) 各病院における受診患者の容量の限界はないものとする。
- (10) 各病院の費用関数は他の病院の費用関数に影響を与えない。

3. モデルの定式化

3.1 記号

本稿で用いる記号を示す。

I	人口集中点の集合
J_d	人口集中点 i の患者が行動 $d \in D$ を選択したときに利用可能な病院の集合 ($d = n$ のときは医療サービスを提供しない架空の病院が 1 つあるものとする)
D	行動選択の集合 (病院に行く: y , 病院に行かない: n) $D = \{y, n\}$
$p_{i,n}$	人口集中点 $i \in I$ の患者が病院に行かない確率
$p_{i,y}$	人口集中点 $i \in I$ の患者が病院に行く確率
ε_j	選択肢 $j \in J_y \cup J_n$ の効用に対する誤差項
U_{ij}	人口集中点 $i \in I$ の患者が病院 $j \in J_y \cup J_n$ を選ぶときの確率的効用
u_{ij}	人口集中点 $i \in I$ の患者が病院 $j \in J_y \cup J_n$ を選ぶときの効用の確定項
t_{ij}	人口集中点 $i \in I$ から病院 $j \in J_y$ までの移動時間
f_{ij}	人口集中点 $i \in I$ から病院 $j \in J_y$ に移動するまでにかかる費用
w_j	病院 $j \in J_y$ における診療代
α_j	効用関数における定数項
λ_1	誤差項の病院に行くか行かないかについての分散パラメータ ($0 < \lambda_1 < 1$)
α_1, α_2	効用関数に関するパラメータ
$p_{i,y}$	人口集中点 $i \in I$ の患者が病院に行く確率
$p_{ij y}$	病院に行く患者の中で、人口集中点 $i \in I$ の患者が病院 j を選択する条件付き確率
p_{ij}	人口集中点 $i \in I$ の患者が病院 $j \in J_y$ に行く確率
q_i	人口集中点 $i \in I$ の患者の人数
q_{ij}	人口集中点 $i \in I$ から病院 $j \in J_y$ に行く人数
$q_{i,n}$	人口集中点 $i \in I$ の患者のうち、病院に行かない人数
p_j	病院 $j \in J_y$ の利益
n_j^1	病院 $j \in J_y$ の病床数
a	人口に対する病床の割合
n_j^2	病院 $j \in J_y$ の診療科数
r_j	病院 $j \in J_y$ の収入
β	病院の収入に関するパラメータ
c_j	病院 $j \in J_y$ の費用
γ_1, γ_2	病院の費用に関するパラメータ
c_j^f	病院の固定費用
π_j	病院 $j \in J_y$ の利潤
π	地域全体の病院の総利潤
cs_i	人口集中点 $i \in I$ の患者の消費者余剰
cs	地域全体の患者の消費者余剰

3.2 患者の意思決定構造

患者の意思決定の構造はネステッドロジットモデルを

用いると図-1 のように表される。

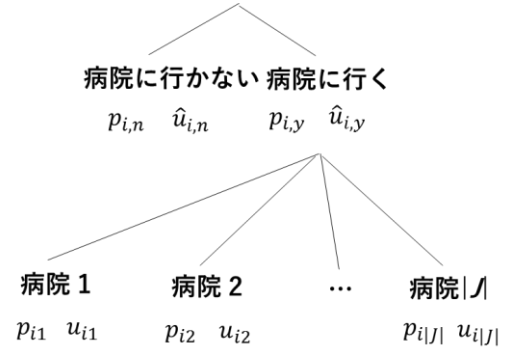


図-1 人口集中点 i の患者の意思決定構造

3.3 患者の効用の定式化

人口集中点 $i \in I$ の患者が行動 $d \in D$ を選択したときに病院 $j \in J_y \cup J_n$ を選択するときの効用 U_{ij} は(1)として表される。

$$U_{ij} = u_{ij} + \varepsilon_j \quad (1)$$

$d = y$ のとき、確定項 u_{ij} は(2)の式で表される。

$$u_{ij} = \alpha_1 t_{ij} + \alpha_2 (f_{ij} + w_j) + \alpha_j \quad (2)$$

$d = n$ のとき、確定項 u_{ij} は(3)の式で表される。

$$u_{ij} = \text{const.} \quad (3)$$

ここで ε_j は選択肢 $j \in J_y \cup J_n$ の効用に対する誤差項であり、その分布関数は(4)の式で表される。

$$F(\varepsilon_j) = \exp \left(- \sum_{d \in D} \left(\sum_{j \in J_d} \exp(-\varepsilon_j / \lambda_1) \right)^{\lambda_1} \right) \quad (4)$$

人口集中点 $i \in I$ の患者が病院に行く確率は(5)の式で表される。

$$p_{i,y} = \frac{\exp(\hat{u}_{i,y})}{\exp(\hat{u}_{i,y}) + \exp(\hat{u}_{i,n})} \quad (5)$$

where

$$\hat{u}_{i,d} = \frac{1}{\lambda_1} \ln \sum_{j \in J_d} \exp(\lambda_1 \cdot u_{ij}) \quad \forall d \in D \quad (6)$$

人口集中点 $i \in I$ の患者が病院に行く意思決定したとき、病院 $j \in J_y$ を選択するときの条件付き確率は(7)の式で表される。

$$p_{ij|y} = \exp(u_{ij}) / \sum_{k \in J_y} \exp(u_{ik}) \quad (7)$$

人口集中点 $i \in I$ の患者が病院 $j \in J_y$ に行く確率と人数はそれぞれ(8), (9)の式で表される。

$$p_{ij} = p_{i,y} \cdot p_{ij|y} \quad (8)$$

$$q_{ij} = q_i \cdot p_{ij} \quad (9)$$

$p_{i,n} = 1 - p_{i,y}$ より、人口集中点 $i \in I$ の患者のうち病院に行かない人数は(10)の式で表される。

$$q_{i,n} = q_i \cdot p_{i,n} \quad (10)$$

3.4 病院の利潤

病院の利潤は病院の収入と費用の差で表される。病院の収入は受診した人数によって決まるものと仮定する。

$$r_j = \sum_{i \in I} \beta \cdot q_{ij} \quad (11)$$

病院の費用は病院の規模によって決まり、病院の規模は病床数と診療科数によって決まるものと仮定する。

$$c_j = \gamma_1 \cdot n_j^1 + \gamma_2 \cdot n_j^2 + c_j^f \quad (12)$$

したがって、病院の利潤は以下で与えられる。

$$\pi_j = r_j - c_j \quad (13)$$

以上から、地域全体の病院の総利潤は以下の式で与えられる。

$$\pi = \sum_{i \in I} \pi_i \quad (14)$$

3.5 患者の消費者余剰

3.3 に示した結果から、人口集中点 $i \in I$ の患者の消費者余剰は以下の式で与えられる。

$$cs_i = \frac{q_i}{\alpha_2} \ln \sum_{a \in D} \exp(\hat{u}_{i,a}) \quad (15)$$

したがって、地域全体の患者の総消費者余剰は(16)の式で与えられる。

$$cs = \sum_{i \in I} cs_i \quad (16)$$

4. 病院統廃合による影響の評価

病院の統廃合によって移動時間 t_{ij} と費用 f_{ij} が増加することが考えられる。 t_{ij} と f_{ij} の増加は患者の効用を低下させ、消費者余剰を低下させることにつながる。

一方、病院全体の利潤は増加することが想定される。病院全体の利潤の増加分よりも、消費者余剰の減少分の方が大きいのであれば望ましい統廃合ではないと考える。統廃合前後の病院全体の利潤の変化と消費者余剰の変化（患者便益）の両方を考えて統廃合の評価を行うことが重要である。

5. まとめ

本研究では、患者の効用に基づき、医療施設を選択する行動と、利用者の負担を考慮した病院の統廃合モデルを構築した。病院の統廃合を扱う先行研究はいくつか存在するが、ネステッドロジットモデルによる患者の選択行動を考えた先行研究は著者らの知る限りでは見当たらなかった。提案するモデルは分析の対象地域を広げ、病院数が増えても病院の選択肢を広げることによって統廃合の状況の変化を検討することを容易にする。

今後の方針として、まずは病院の数を固定した仮データを設定しシミュレーションを行う。その後病院を1つ廃止した場合における状況の変化を分析する。特に、廃止する病院を変更することにより、病院に行くことのできない患者の数に注目して分析する。廃止する病院については病床数の少ないものを対象とする。

続いて、すべての病院がすべての診療科を備えているという仮定を緩和する。各人口集中点には一定の割合で、ある疾患を持つ患者が存在し、特定の病院だけがその疾患に対応出来る診療科が存在する場合、統廃合することによって患者の行動はどのように変化するかを調べる。

次に、各病院における受診患者の容量の限界はないという仮定を緩和する。病院で受診出来る患者数に制約を

設けた場合、患者の行動がどのように変化するかを調べる。これらの仮定を緩和することより、より現実を反映した分析が可能にすることを目指す。

また、本稿で提案するモデルでは、公的病院への行政の関与を無視している。行政側の要素についても説明変数に導入する予定である。将来的には、診療科ベースでの再編に適用できるような形のモデルを作成する。数値計算の詳細な結果は講演時に示す。

5. 参考文献

- 1) 「産経新聞」2019年9月26日「厚労省、424公立・公的病院に再編要請へ（病院名一覧つき）」
(URL:<https://www.sankei.com/politics/news/190926/pl1909260019-n1.html>)
(閲覧日：2019年11月20日)
- 2) 厚生労働省：医療法第30条の4
(https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=80090000&dataType=0&pageNo=2)
- 3) 相羽良寿, “費用関数を組み込んだ公的施設の立地配分分析”, Theory and Applications of GIS, 2015, Vol23, No1, pp1-10
- 4) Tani, R., Suzuki, K., Kato, T. & Uchida, K. (2019), A study on effect of subsidy on location choice of multi-unit firms, The 13rd EASTS conference, Colombo.