

医師の負担軽減に伴う病院機能の集約化・重点化と患者アクセスの変化の量的な概算

エハラ アキラ
江原 朗*

目的 医師の働き方改革に伴って特定の病院機能が集約化・重点化される可能性が高く、住民の病院へのアクセスの変化を概観するモデルを作成する。

方法 特定の病院機能に関する診療圏を、「国土面積を特定の病院機能がある市町村数で割った面積を有する円である」と仮定した単純化モデルを作成し、病院の集約化・重点化によりその半径がどう変化するかを計算した。なお、計算の仮定は、a) 住民の医療需要が集約化・重点化の前後で変わらない、b) 病院の規模やその分布に大きな差がない、c) 診療圏の人口とその分布も大差はないとした。そして、全国の小児科病棟のある市町村が531から288に集約化・重点化された場合に円形の診療圏の半径（モデル値）と居住する市町村から最寄りの小児科病棟がある市町村までの距離（実測値）がどう変化するかを比較して近似の精度を評価した。

結果 小児科病棟が所在する市町村が531から288に減少した場合、円形と仮定した診療圏の半径（モデル値）は1.35倍（20.4km/15.1km）、居住する市町村から最寄りの小児科病棟がある市町村までの距離（実測値）は1.63倍（22.7km/13.9km）となった。このモデルと実測値との間の相対誤差は $|1.63倍 - 1.35倍| / 1.63倍 = 0.17$ であり、その差は2割弱に過ぎなかった。

結論 特定の病院機能が集約化・重点化される際の地理的なアクセスの変化を市町村単位で概算する際に、診療圏を「国土面積を特定の病院機能がある市町村数で割った面積を有する円である」と仮定したこの粗い近似のモデルを用いても実測値と大きな差異は生じなかった。モデルが簡単であるため、集約化・重点化の際のアクセスの変化を示す簡便なツールとして有用であると考えられる。

キーワード 集約化、重点化、医師の働き方改革、診療圏、アクセス、小児科病棟

I はじめに

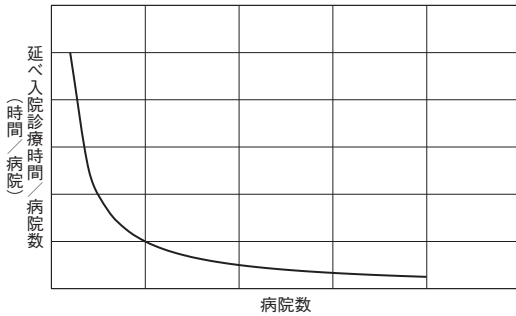
労働基準法改正に伴い、2024年4月に医師に対しても労働時間の上限が導入される¹⁾。これを踏まえ、医師の働き方改革の議論が盛んである。残業時間の上限は医療機関の種類によって異なるものの、最大でも年1,860時間となる。2016年現在、約10%の勤務医がこの時間を超えて残業をしていたとの報告もあり¹⁾²⁾、こうした医師が勤務する医療機関では、労働時間の短

縮が求められる。対策として、他職種への医師の作業の移管（タスクシフト）や³⁾、医師数を増員することが必要となる。

なお、実質的には宿日直勤務に相当するが、週1回の宿日直の上限を満たすことができず、宿日直許可を労働基準監督署から受けられなかった病院・有床診療所も存在する⁴⁾。こうした施設では、宿日直に相当する時間も残業時間として算定されるため、その合計が残業時間の上限を超える場合には医師の増員が必要となる。しかし、短期間で医師を増やすことは難しい。24時間365日の医療を提供するには、医師を地

* 広島国際大学健康科学部医療経営学科教授

図1 集約化に伴う1病院あたりの延べ入院診療時間



域の基幹病院に集めて病院機能の集約化・重点化を行う必要が生じる。

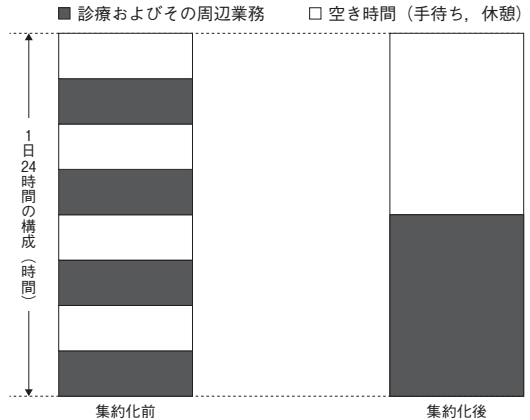
一方、集約化・重点化に伴い、住民の病院へのアクセスは悪化する可能性がある。正確な地理的なアクセスの解析をするには、各住民の居住地から最寄りの病院までの自動車による所要時間などを計算する必要があり、客観的な知見を示すことは難しい。しかし、簡便な方法でその影響を解析できれば、容易に概要を把握できる。そこで、病院機能の集約化・重点化と住民の病院へのアクセスに関する簡便なモデルを構築し、実際のデータへの適用可能性について検討することにした。

II 方法

(1) 医師の負担軽減を目的とした病院機能の集約化・重点化のモデル

まず、医師の負担軽減を目的とした集約化・重点化の必要性を数量的に示す。前提として、a) 住民の医療需要が集約化・重点化の前後で変わらない、b) 病院の規模やその分布に大きな差がない、c) 診療圏の人口とその分布も大差はないと仮定した。もし、病院が半数に集約化されれば、担当する入院患者数が2倍になるので、病院1施設が提供する延べ入院診療時間は2倍になる。つまり、全国の延べ入院診療時間(人・時間)が一定であるなら、病院数と病院1施設あたりの延べ入院診療時間数は反比例の関係となる(図1)。病院1施設あたりの延べ入院診療時間(y)は、病院数(x)に反比

図2 集約化・重点化に伴う医師1人あたりの労働時間



例(-1乗に比例)した以下の式で表される。

$$y = k_1 / x \quad (k_1 \text{は係数})$$

しかし、病院の集約化・重点化に伴って医師が集約先の病院に移動すると仮定すれば、病院1施設あたりの医師数(z)と病院数(x)は反比例(-1乗に比例)し、集約化・重点化に伴って増えるため、

$$z = k_2 / x \quad (k_2 \text{は係数})$$

となる。したがって、yとzの関係式は、

$$y = (k_1 / k_2) \times z \quad (k_1, k_2 \text{は係数})$$

となる。yとzの分母にはともに病院数(x)が含まれるため、yとzの関係式から病院数(x)は消去される。yとzとの関係式は医師数に対する延べ入院診療時間を示すだけであり、集約化・重点化は医師1人あたりの延べ入院診療時間に影響を与えないことになる。

一方、医師の労働時間のすべてが患者の診療に用いられているわけではない。診療およびその周辺業務以外の空き時間(即応を求められる「手待ち時間」、あるいは、即応の必要がない「休憩時間」)が存在する。病院機能の集約化・重点化がなされない場合には診療科ごとの医師数が少なく、診療およびその周辺業務以外の空き時間においても即応を求められることが多い。したがって、「手待ち時間」に相当する可能性が高く、まとまった休息(睡眠)が取れないために医師が疲弊する⁵⁾。しかし、集約化・重点化によって1施設あたりの医師数が増えれば、交代勤務等によって当番医以外の医師

に即応の必要のない「休憩時間」をまとめて与えることができる。即応を求められる「手待ち時間」は労働時間であるが（図2の左）、即応の必要がない「休憩時間」は労働時間ではない（図2の右）。このため、診療およびその周辺業務の時間を実質的には短縮しなくても、集約化・重点化により法の定める労働時間を短縮し、かつ、医師の休息（睡眠）時間を確保することができる。

(2) 特定の病院機能を有する市町村数と住民のアクセスモデル

医療資源の集約化・重点化の影響を簡便に表すため、特定の病院機能の診療圏は「国土面積を特定の病院機能がある市町村数で割った面積を有する円である」と仮定した。市町村内に特定の病院機能を持つ病棟・病院が複数ある場合、両者の診療圏は重なり合うので、便宜的に1つと見なすためである。そして、集約化・重点化した場合により特定の病院機能を有する市町村数が減少したときに、診療圏の半径がどう変化するかを計算した。なお、この計算を行う際にも上記と同様、a) 住民の医療需要が集約化・重点化の前後で変わらない、b) 病院の規模やその分布に大きな差がない、c) 診療圏の人口とその分布も大差はないと仮定した。

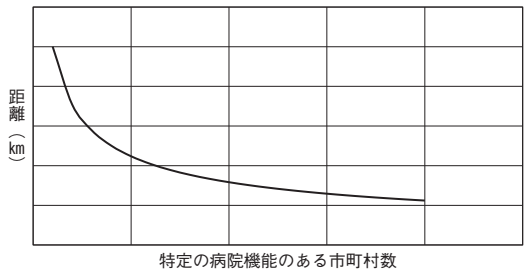
特定の病院機能がある市町村が半数になった場合、モデルにおける診療圏の面積はもとの2倍になる。したがって、円形と仮定した診療圏の半径は1.4倍（2の平方根倍）になる（図3）。この半径（r）は、特定の病院機能がある市町村数（p）の逆数の平方根倍（-0.5乗）に比例し、以下のとおり表される。

$$r = k_3 / \sqrt{p} \quad (k_3 \text{は係数})$$

(3) モデルの値と実測値との比較

特定の病院機能が集約化・重点化された場合のアクセス距離の変化を、モデル値（国土面積を特定の病院機能がある市町村数で割ったモデルにより計算した円形診療圏の半径の変化）と実測値（居住市町村から病院機能が所在する最寄りの市町村までの距離の変化）で比較した。

図3 特定の病院機能のある市町村数と居住市町村からの最短アクセス距離



特定の病院機能所在地および居住地を市町村単位で解析した理由は、特定の病院機能を有する病棟の所在地が市町村単位で示されているためである⁶⁾。具体的には、比較を行う病院機能を病院の小児科病棟とした。小児科病棟には、以下のとおり小児科専門病棟と小児科混合病棟がある⁶⁾。

- 小児科専門病棟：1病棟すべてが小児科患者の入院を対象とする
- 小児科混合病棟：1病棟に小児科患者のほかに内科や産婦人科などの他診療科の患者が入院する

一般病棟における一般病床数の最頻値は40-49床であり⁷⁾、病棟の病床規模が同じであれば、小児科入院患者数は混合病棟と比べて専門病棟の方が多いと思われる。そこで、小児科病棟（小児科専門病棟+小児科混合病棟）が小児科専門病棟のみに集約化・重点化された場合、居住市町村から最寄りの小児科病棟がある市町村までの距離がどう変化するかをモデル値と実測値で比較した。なお、実測値の算出にあたっては、市町村内の小児科病棟の所在地および住民の居住地は、市町村の人口中心（居住地の緯度・経度の平均）にあると仮定した。

小児科病棟が所在する市町村のリストは令和2年病床機能報告⁶⁾から引用した。また、各市町村の人口重心（住民の居住地の緯度・経度の平均値）は「我が国の人口重心-平成27年国勢調査結果から-」⁸⁾、市町村の小児人口（0～14歳）は「平成27年国勢調査」⁹⁾からそれぞれ引用した。なお、東京電力福島第一原子力発電

所の事故に伴う避難指示等の対象となった自治体のうち、4町（富岡町，大熊町，双葉町，浪江町）については平成27年国勢調査に小児人口の記載がないため除外した。

居住する市町村から最寄りの小児科病棟がある市町村までの距離は、それぞれの市町村の人口重心間の緯度・経度の差から求めた。緯度の差および経度の差を2辺とする直角三角形を考えると、2点間の距離は直角三角形の斜辺として求めることができる（図4）。地球の半径は6,371km¹⁰，緯度1度は111km，経度1度は（111km×cos(病院の北緯)）となる。このため，距離は三平方の定理を用いて、

$$(\text{距離, km})^2 = (\text{緯度の差} \times 111\text{km})^2 + (\text{経度の差} \times 111\text{km} \times \cos(\text{病院の北緯}))^2$$

と計算した。なお，具体的にはPython3によって上記式をプログラミングして実施した。

さらに，小児科病棟がある市町村（東京特別区は各区を1市とした）から10kmおよび20km圏内に人口重心がある市町村を同定し，圏域内の小児人口が小児人口全体に占める割合（実測値）を計算し，実際の集約化・重点化による影響を計算した。

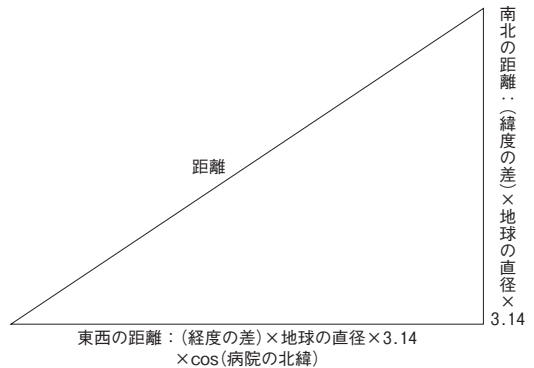
本研究は個人情報を取り扱っておらず，公開された資料のみを使用している。しかし，広島国際大学人を対象とする医学研究倫理委員会に諮り，本研究対象は倫理審査を必要としないとの判断を受けた（承認番号：倫21-026，2021年11月22日）。

表1 最寄りの小児科病棟までの距離（診療圏を「国土面積を小児科病棟がある市町村数で割った面積を有する円である」と仮定したモデル値）

	市町村数	診療圏面積 (km ²)	診療圏を円と仮定したときの半径 (km)
専門病棟 + 混合病棟	531	711.8	15.1
専門病棟のみ	288	1,312.4	20.4
専門病棟のみ ÷ (専門病棟 + 混合病棟) (%)	54.2	184.4	135.8

注 国土面積377,975km¹¹

図4 緯度・経度の差からの距離の算出



注 地球の直径: 6,371km × 2 = 12,742km

Ⅲ 結 果

表1にアクセスモデルを用いた円形診療圏の半径の平均を示す。日本の国土面積（377,975km²）¹¹を小児科病棟がある市町村数で割って診療圏面積を求めると，小児科病棟全体（小児科専門病棟 + 小児科混合病棟）のある531市町村では711.8km²（377,975km² / 531市町村），小児科専門病棟限定のある288市町村では1,312.4km²（377,975km² / 288市町村）となった。また，その半径は，小児科病棟全体では15.1km，小児科専門病棟限定では20.4kmとなった。

表2に，居住市町村から最寄りの小児科病棟がある市町村までの距離の平均（実測値）を示す。小児科病棟全体（専門病棟 + 混合病棟）では13.9km，小児科専門病棟限定では22.7kmとなった。モデルによる円形診療圏の半径の推定値（表1）と実測値による最寄りの小児科病棟所在市町村までの距離の平均（表2）の相対的な差異はそれぞれ、

表2 最寄りの小児科病棟までの距離の実測値(令和2年病床機能報告の統計値をあてはめ)

	市町村数	平均距離 (km)	小児人口の割合	
			10km圏内 (%)	20km圏内 (%)
専門病棟 + 混合病棟	531	13.9	90.6	97.2
専門病棟のみ	288	22.7	79.4	91.0
専門病棟のみ ÷ (専門病棟 + 混合病棟) (%)	54.2	163.3	87.6	93.6

|15.1km-13.9km|/15.1km=0.08,
|20.4km-22.7km|/20.4km=0.11に過ぎなかった。

病院小児科の入院機能を（小児科専門病棟+小児科混合病棟）から小児科専門病棟に限定して集約化・重点化した場合、モデルによる円形診療圏の半径は1.35倍（20.4km/15.1km、表1）、実測値による最寄りの小児科病棟のある市町村までの距離の平均では1.63倍（22.7km/13.9km、表2）と延長するものの、延長率のモデル値と実測値との相対的な誤差は|163.3%-135.8%|/163.3%=0.17と2割弱に過ぎなかった。こうした粗い計算モデルによって算出した値でも実測値と大きな差異は生じなかった。

Ⅳ 考 察

労働基準法改正に伴い、2024年4月より医師の労働時間についても上限が設定される¹⁾。このため、24時間365日の医療を提供する病院では現在よりも多くの医師が必要となる。これまで医師が実施していた作業のうち、他職種でも実施可能なものは振り分けることも必要となる。しかし、労働時間の上限がある以上、医師を増やすことも不可欠となる。医師を短期間で増やすことは困難であるため、地域で病院機能の集約化・重点化が必要となる。

しかし、集約化・重点化に伴って周辺の医療機能が低下する地域では、住民の病院アクセスが悪化する。したがって、集約化・重点化に際してはどの程度アクセスが悪化するか、数値化して住民に説明する必要がある。丁寧な説明を住民に対して行うためには、集約化・重点化を概観できる簡便なツールを提示する必要がある。診療圏が円形であると仮定し、その面積を（国土面積/特定の病院機能がある市町村数）とした本モデルは簡便ながら概算する際のツールとして意義があると思われる。

もちろん、今回のモデルでは医療機関の規模がすべて等しく、診療圏の面積や人口がどの地域でも大差がないと仮定している。実測値と大きく乖離がある可能性は否定できないと思われ

たが、実際の差異は極端に大きいものではなかった。今回の小児科病棟の値を用いたシミュレーションでは、小児科病棟（小児科専門病棟+小児科混合病棟）を小児科専門病棟に限定して集約化・重点化した場合、小児科専門病棟がある市町村数はもとの54.2%（288市町村/531市町村、表2）に半減する。居住地から最寄りの小児科専門病棟までの距離はモデル値では1.35倍、実測値でも1.63倍に延長する。

しかし、実測値では一定距離圏内の居住する小児の割合に大きな変化を生じなかった。10km圏内に居住する小児人口の割合は0.88倍（79.4%/90.6%）、20km圏内に居住する小児人口の割合も0.94倍（91.0%/97.2%）と大きな減少はない（表2）。小児科専門病棟がある病院は主に都市部にあり⁶⁾、住民の多くも都市部に居住しているため⁹⁾、実際には、集約化によりアクセスが極端に悪化する小児の割合は低いものと思われる。

今回の解析では、小児科病棟の所在する市町村および居住する市町村の人口重心間の距離を用いて解析している。市町村数は、東京特別区を1市として数えても全国で1,741⁸⁾に過ぎず、非常に粗い解析である。しかし、病院小児科の所在地を街区単位（〇〇町〇丁目〇番のレベル）とし、小児の居住地を小地域（全国を約10万カ所に分けた区画）とした解析においても、病院小児科を803（常勤小児科医が少なくとも1人勤務、文献では804だが803に訂正）から346（常勤小児科医が5人以上勤務）に集約化・重点化した場合、病院小児科から20km圏内に居住する小児の割合は95.1%から84.2%に減少するだけであった¹²⁾。病院小児科の数は43%（346/803）に減少するが、20km圏内に居住する小児の割合は0.89倍（84.2%/95.1%）になるに過ぎない。この値は、小児科病棟がある市町村を約半分とする本解析において20km圏内に居住する小児の割合の変化（0.94倍=91.0%/97.2%）と大差はない。したがって、小児科病棟の所在地や居住地を市町村の人口重心と仮定した粗い解析でも、街区・小地域など所在地・居住地を細かく区分した解析¹²⁾と同様な解析結

果は得られたと思われる。

地理的には人口の多い都市部は平地であるため、山間部の場合よりも単純な距離計算が実際のアクセスを良く近似している可能性も高い。一方、へき地の山間部では直線道路を引くことは困難であり、地形による影響を考慮した補正がなされるべきである。しかし、山間部の人口は相対的に少ないために、上記の粗い近似でも実態の評価の目安としては十分に信頼がおけるものと思われる。地理的な状況や小児科病棟の分布および小児人口の分布についてのきめ細やかな配慮がない本モデルではあるが、一定の傾向を概観することは可能であると考ええる。

謝辞

ご意見をいただきましたテキサス大学Tomio Petrosky博士と東京大学生産技術研究所の羽田野直道博士に深謝いたします。

文 献

- 1) 厚生労働省医政局. 第1回医療政策研修会, 第1回地域医療構想アドバイザー会議. 資料2-1 医師の働き方改革について, 令和元年6月. (<https://www.mhlw.go.jp/content/10800000/000516867.pdf>) 2022.3.19.
- 2) 厚生労働省医政局. 医師の勤務実態及び働き方の意向等に関する調査. 新たな医療の在り方を踏まえた医師・看護師等の働き方ビジョン検討会, 平成29年4月2日. (<https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-10801000-Iseikyoku-Soumuka/0000161146.pdf>) 2022.3.19.
- 3) 厚生労働省医政局. 医師の働き方改革に関する検討会 中間的な論点整理. (<https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-10801000-Iseikyoku-Soumuka/0000195362.pdf>) 2022.3.19.
- 4) 日本医師会. 医師における宿直許可の取組に関する調査結果について, 令和3年(2021年)9月1日. (https://www.med.or.jp/dl-med/teireikaiken/20210901_3.pdf) 2022.3.19.
- 5) 厚生労働省医政局. 医師の働き方改革に関する検討会 報告書. (<https://www.mhlw.go.jp/content/10800000/000496522.pdf>) 2022.3.19.
- 6) 厚生労働省. 令和2年病床機能報告公表データ. (https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/open_data_00007.html) 2021.11.22.
- 7) 厚生労働省医政局総務課. 第2回病床機能情報の報告・提供の具体的なあり方に関する検討会. 資料1 病棟単位でみた一般病床の現状について, 平成24年12月13日. (<https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/2r9852000002pgwk-att/2r9852000002ph0u.pdf>) 2022.3.19.
- 8) 総務省統計局. 我が国の人口重心 - 平成27年国勢調査結果から -. (<https://www.stat.go.jp/data/kokusei/topics/topi102.html>) 2021.11.22.
- 9) 総務省統計局. 平成27年国勢調査. (<https://www.stat.go.jp/data/kokusei/2015/>) 2021.11.22.
- 10) Westra E. Python Geospatial Development, 3rd eds. Birmingham : Packt publishing, 2016 ; 15-45.
- 11) 国土交通省国土地理院. 全国都道府県市区町村別面積調. (<https://www.gsi.go.jp/KOKUJYOHO/MENCHO.title.htm>) 2021.11.22.
- 12) 江原朗. 小児の居住地と最寄りの病院小児科(小児入院医療管理料施設基準届出病院)との距離. 日本医師会雑誌 2016 ; 145(8) : 1660-6.