

自治体またぎ情報を組み込んだ医療サービス指標

堀越 卓（つくばみらい市役所, horikoshi.suguru.xa@alumni.tsukuba.ac.jp）

一井 直人（株式会社野村総合研究所, s2120499@u.tsukuba.ac.jp）

小又 暉広（東日本電信電話株式会社, komata.akihiro.sw@alumni.tsukuba.ac.jp）

下津 大輔（株式会社リクルート, shimotsu.daisuke.ta@alumni.tsukuba.ac.jp）

大澤 義明（筑波大学 システム情報系, osawa@sk.tsukuba.ac.jp）

New medical service index considering crossing municipal borders

Suguru Horikoshi (Tsukubamirai City)

Naoto Ichii (Nomura Research Institute, Ltd.)

Akihiro Komata (Nippon Telegraph and Telephone East Corporation)

Daisuke Shimotsu (Recruit Co., Ltd.)

Yoshiaki Ohsawa (Division of Policy and Planning Sciences, University of Tsukuba)

要約

近年、少子高齢化や COVID-19 の影響により、医療サービスの重要性はより顕著になっている。慢性的専門医師不足や高額医療機器の稼働率低迷により、現在の医療体制を維持するには膨大な予算が必要になる。加えて、地域保健医療計画により医療圏という地域制約や病床数の総量規制が課されており、病院誘致のハードルは非常に高い。しかし今後、患者という需要サイドと病院という供給サイドを橋渡しする交通政策・広域連携を強化していけば、医療サービスは着実に向上する。医療サービスの充実度の評価には、従来指標として病院数や医師数といった指標が用いられた。しかし従来指標では行政区域外の情報が無視され、行政区域を越えて病院を利用するという日常的な様子が反映されないなどの欠点がある。そこで本研究では、地域医療の評価に対して、新指標として、病院へのアクセスに着眼する。茨城県内の 44 市町村を対象に、市区町村またぎを考慮した到達圏に基づく面積カバー率と人口カバー率を、各自治体の病院へのアクセスのしやすさの指標とし、地域医療の評価を行った。加えて、従来指標と新指標を継続性や需給バランスなどから比較し、両指標間の相関により従来指標が新指標の代替になり得ないことを示し、新指標の意義を明らかにした。

キーワード

医療サービス, アクセシビリティ, 自治体またぎ, 交通政策, 被覆問題

1. はじめに

1.1 研究の背景

内閣府は、公共施設等について、生活密着型施設の統廃合やネットワーク化を進める等、必要な機能を維持しつつストック量を適正化することを求めている（内閣府、2015）。特に、生活密着型施設の中でも病院再編に対する地域住民の関心は年を追って高まる。しかし、小畑（2017）は地方都市における慢性的専門医師不足を指摘し、OECD（2017）はわが国の医療費が OECD 平均と比べてより増加しており、高額な医療機器の稼働率低迷が医療費の増大の原因になると指摘している。また、地域保健医療計画により医療圏という地域制約や病床数の総量規制が課されており、病院誘致は制度的にもハードルは高い。そして、渡辺（2019）が指摘するように、病院は医療の質の維持・向上のために集約が進み、病院の偏在はより顕著になる。本研究では、病院へのアクセスに着眼する。

生活圏の拡大や労働の流動化に伴い、広域連携が活発になっている。最近では COVID-19 ワクチン接種でも行政域を超えた一体化運営が各地で展開された。医療サー

ビスの需要と供給とを結びつけるのは交通である。次世代移動サービスが地方の交通を活性化してきており、MaaS（Mobility as a Service）への期待は高い。今後、患者という需要サイドと病院という供給サイドを橋渡しする交通政策・広域連携を強化していけば、医療サービスは着実に向上する。例えば、居住地から病院への経路上に位置する自治体またぎ道路の整備、一般道路の自動車の最高速度規制の緩和も医療サービス改善の処方箋となる。このように、病院の利便性改善においても交通政策と広域連携との連動が重要な役割を果たす。

1.2 研究の目的

自治体の医療水準を測る指標として、医療の受け手と担い手との関係に着目した、人口あたりの病院数や医師数が利用されてきた。自治体ごとの医療充実度を比較する目的として、「茨城県社会生活統計指標」にて昭和 53 年（1978 年）より掲載されてきたほか、茨城県民生活に関わる統計データを紹介するポケットブック「市町村早わかり」にも平成 6 年（1994 年）より両数値を掲載している。しかし、これら指標には課題がある。治療は病院へ移動し成立するが、指標には交通状況が組み込まれていない。例えば、道路整備などによる病院へのアクセシビリティ改善を反映できない。さらに、行政域またぎの

患者が受診拒否されることはないが、近接の病院情報が考慮されておらず医療圏の政策効果を反映できていない。そのため、これら指標は納税者である県民の肌感から乖離している。また、従来の医療計画においては、地域ごとの医師数の比較には人口10万人対医師数が用いられてきたが、厚生労働省（2018）は「医師確保計画策定ガイドライン」において、医師数の多寡を統一的・客観的に把握するための役割を十分に果たしておらず、地域ごとの、医師の偏在や医療ニーズ、人口構成等を十分に反映していないと指摘している。

そのような欠点克服のために、本研究の目的は、市町村界またぎ行動を組み込んだアクセシビリティ指標を新たに提案し、その有効性を示すことにある。MaaSなど移動サービスへの社会的関心の高さを踏まえ、道路網データと病院・人口データを用い、交通条件を組み込み行政またぎも含めた到達圏を求め、病院からの面積カバー率や昼間人口カバー率を算出する。これらカバー率を通して、自治体またぎも含めた医療アクセスを解釈する。

医療アクセシビリティ研究は豊富である。例えば、国外では地理的近接性と需給バランスに着眼し病院と患者と両方からの時間距離カバーリングを扱う2SFCA法を用いて、医療サービス不足地域を同定する一連の研究がある（Luo, 2004; Luo and Qi, 2009; Luo and Whippo, 2012）。雑誌 *Health and Place* が発刊され、医療アクセシビリティも含めた計量研究に関するサーベイ論文も発表されている（McLafferty, 2020）。一方、国内でも讃岐他（2014）がアクセシビリティ低下と供給量減となる災害時において医療施設への走行距離分布を導いている。増山（2015）は、弘前市の介護サービスの需給成立について2SFCA法によりアクセシビリティの観点から検討している。三宅他（2016）は、医療施設へのアクセス距離など地域データに基づき全国の二次医療圏を類型化している。

これら既存研究と比べて、本研究ではシンプルな指標の構築を目指す。その理由として、第一に、研究成果を自治体計画現場へ反映させることにある。医療サービスを計測する標準的な指標に代わる、新たな指標の提案とその効果検証に焦点を絞る。第二に、明快な知見を得ることにある。病院、診療所、クリニック、在宅医療、遠隔医療など今日の医療体制はネットワーク化し複雑であり常に変化している。すべての要素を組み込むと知見が不安定で曖昧となる。以上から、医療施設として病院に絞り込み、病床数という施設規模をも考慮せず単純化する。なお、救急については、重症度や専門性において搬送先が選択されることやドクターカー、ドクターヘリによる現場での処置もあることから本研究では対象としない。

1.3 対象地域

対象地域を茨城県とし分析を進める。茨城県を選択した理由は3点ある。第一に、茨城県は人口10万人あたりの医師数が全国ワースト2位など、慢性的医師不足に対する危機感が県全体で強い。そのため、医学生に対する

奨学金返還免除の導入など良質な医療サービス確保に関する政策が押し進められている。第二に、茨城県南は東京通勤圏、県北は過疎地域というように、都市と地方の性質を有しており、研究成果の横展開に優れるフィールドである。最後に、2020年における茨城県の1人当たりの自家用車保有台数は0.68台で全国3位であり（一般社団法人自動車検査登録情報協会, 2020）生活における移動手段が自動車中心であるため、自動車交通を想定した分析が可能となる。

2. 従来指標と医療指標

2.1 従来指標による評価

人口10万人あたりの病院数と医師数を、以降、従来指標と呼ぶ。医師数は病院・診療所に勤務する医師が対象であり勤務地で集計される。

まずは各自治体を従来指標で評価する。本研究では、平成元年（1989年）、令和元年（2019年）茨城県社会生活統計指標を用いる。出版年と調査年とに齟齬があり、病院数データと医師数データはそれぞれ、1986年と1986年、2017年と2016年のものとなる。表1は令和元年生活統計指標から県内44市町村の上位5市町と下位5市町を示したものである。図1は、横軸に人口10万人あたり病院数、縦軸に人口10万人あたり医師数をとり、44市町村をプロットした散布図である。病院数も医師数も大きい右上の市町村ほど医療環境が優れていると判断される。

表1から、病院数1位と2位には県北の太子町と高萩市、医師数1位はつくば市、両指標ともに上位に位置するのが県庁所在地水戸市となる。両指標でワースト5位には県南の河内町、五霞町、利根町、つくばみらい市が入る。太子町や高萩市が上位に位置するのは、人口が少ないことが要因と考えられる。一方、つくばみらい市は、病院数では最下位、医師数は41位と医療充実度が低いとみさせるが、近隣の、つくば市、取手市、常総市、守谷市には数多くの病院がある。さらに、それらの自治体と交通流に優れる高規格道路を含む、密度の高い道路網で繋がっており、実際には移動が容易である。

なお、図1の時点より30年前の結果は図2のようになる。平成の大合併前であり旧自治体の数値を集計し、現自治体の数値を求めて図化した。なお、この30年で茨城県内の医師数が2,845から5,240へと増加した一方で、病院数が219から156へ減少し集約された。人口10万人あたりにすると、平成元年は病院数8.0、医師数103.6、令和元年では病院数5.4、医師数180.2となる。

30年を経た両図の比較から次の2点が言える。第一に、平成元年（図2）では、つくば市を除くと医師数のバラツキは小さい。30年後の令和元年（図1）では、医師数のバラツキが大きくなり、プロットが面的に拡大した。10万人あたりの病院数も医師数も増加したのが+印プロットで示す9市町（稲敷市、常総市、つくば市、那珂市、行方市、常陸大宮市、阿見町、境町、太子町）、逆に両方とも減少したのは-印プロットで示す5市町村（潮来市、神栖市、鉾田市、城里町、美浦村）あり、ここでの結果

表 1：従来指標の上位と下位（令和元年統計指標）

病院数				医師数			
順位	市町村	十万人あたり	実数	順位	市町村	十万人あたり	実数
1	大子町	11.6	2	1	つくば市	526.9	1,214
2	高萩市	10.4	3	2	茨城町	345.9	113
3	石岡市	9.4	7	3	土浦市	313.8	440
4	水戸市	9.2	25	4	阿見町	307.6	146
5	小美玉市	8	4	5	境町	294.8	72
・	・	・	・	・	・	・	・
・	・	・	・	7	水戸市	256	694
25	つくば市	4.7	11	・	・	・	・
・	・	・	・	26	大子町	96.7	17
・	・	・	・	・	・	・	・
39	潮来市	0	0	40	利根町	37.4	6
39	河内町	0	0	41	つくばみらい市	36.1	18
39	五霞町	0	0	42	五霞町	23.2	2
39	利根町	0	0	43	八千代町	18.3	4
39	つくばみらい市	0	0	44	河内町	11.2	1

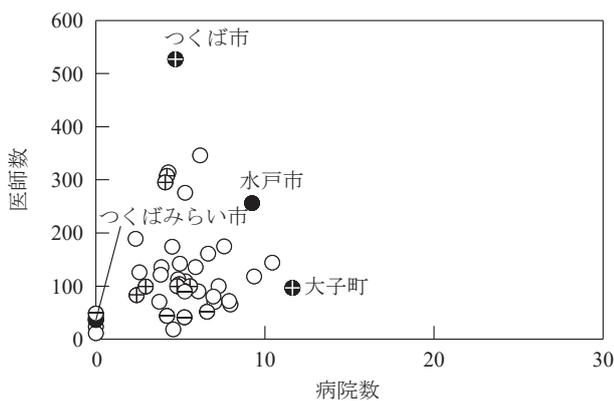


図 1：10万人あたりの医師数と病院数（令和元年）

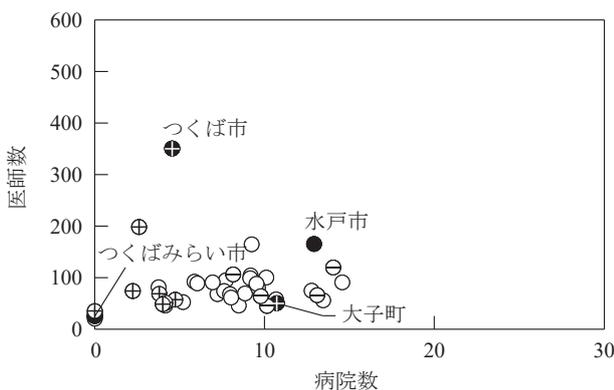


図 2：10万人あたりの医師数と病院数（平成元年）

はこのような対照的な動向と整合する。第二に、つくばみらい市、つくば市、水戸市、大子町は他市町村の状況を囲むという意味では大まかには変わっていない。従来指標に従うと茨城県においてこれら4市町が極端な状況であるため、3節ではこの4市町に焦点をあてて、分析を

進める。

なお、つくばみらい市では、人口が急増しているが市内に病院が存在せず、市民意向調査（つくばみらい市、2018）から医療整備への要望が多い。

2.2 指標としてのメリットとデメリット

医療充実度の評価にあたり従来指標にはメリットが2点ある。第一に、再現性である。使用している情報は病院数、医師数、人口だけであり、データの収集と分析が容易である。そのため、数値の解釈も容易である。第二に、継続性である。長年蓄積されたデータから医療サービス水準に関する時系列変化を確実に把握できる。その結果、自治体間比較と時系列比較という時空間で状況を理解できる。

一方で、デメリットは3点ある。第一に、自治体内の距離や面積などの地理空間が考慮されていない。病院アクセスに直接影響を及ぼす病院や市民の位置、公共交通の水準や道路網の整備状況などの交通条件が組み込まれていない。そのため、例えば、病院数や医師数が不変であれば、人口減が進むほど両指標は改善し、人口減少時代を迎えているわが国には適切な指標とは言えない。また、自治体によっては都心へ病院を移転させた事例もあるが、それが病院アクセスに及ぼす影響を反映できない。第二に、行政区域外の情報が無視され、スピルオーバー効果が反映されない。行政区域を越えて病院を利用することは日常的ではあるが、近隣自治体の医療整備が指標に反映されない。したがって、病院や医師を囲い込むなど各自自治体の需要に応じた小規模施設を誘導する個別最適化に向かい、都道府県、国全体で俯瞰すると効率性が上がらず、全体最適化にならない。最後に、供給サイドに病院開業時間帯や休診曜日という時間制約があるにも

関わらず、需要サイドの数値として夜間人口のみを用いており、需給バランスの状況を的確に表現できていない。

3. アクセシビリティ指標と医療充実度

3.1 分析方法

医療サービスでは住民の病院までの距離が本質である。そこで、Luo (2004)、Luo and Qi (2009)、Luo and Whippo (2012)、増山他 (2015) と同じく、行政区をまたぐ病院への到達圏を用いる。自治体内の充実度と関連させるため、面積ベースと人口ベースという二種類のカバー率で評価する。

面積カバー率は到達圏が行政区域に占める面積割合である。人口カバー率は到達圏内の人口が行政区域内人口に占める割合である。前者は、行政区域内のすべての場所に公平性に優れた一律サービスを提供する考え方である。一方後者は、人口密度が高いエリアへサービスを重点化する考え方である。今後、これらをアクセシビリティ指標、従来指標と対比させて新指標とも呼ぶ。病院は医療法（厚生労働省、1948）に基づき 20 床以上（精神病院を除く）とし、病院データとして、国際航業株式会社 PAREA-Medical2019 年度版を用いた。なお、隣接する栃木県、埼玉県、千葉県、福島県の病院へも通院できるため、これらの県の病院データも活用し、到達圏の算出には、道路ネットワーク距離を用いた。また、速度設定については日常的な受診行動に即した分析を行うことを目指した。そこで、「混雑」状態には陥らないような運行速度の下限値とするために、国家公安委員会告示第 12 号（警察庁、2014）をもとに最高速度を 20 km/h として種別、幅員に応じて設定した。道路データとして OpenStreetMap の 2019 年 6 月現在のデータを利用した。自治体毎の面積は国土数値情報の平成 31 年の行政区域を用いた。人口ベースのカバー率では、病院の開院時間での人流を想定し、平成 27 年度国勢調査 500 m 人口メッシュデータの昼間人口を用いた。なお、カバー率に関してはメッシュ重心が到達圏に入る場合に、すべてのメッシュ人口が到達圏内にあるとみなして計算した。

3.2 到達圏の視覚化

本研究では ArcGIS Network Analyst を用いて、病院位置や道路状況を踏まえ自動車到達圏を算出し描写する。そしてこの結果を Excel に投入し、面積カバー率や人口カバー率を算出する。最後に、到達圏を含めた情報を地理情報システム ArcGIS で可視化する。

図 3 に茨城県内、図 4 及び図 5、図 6、図 7 に同一スケールでつくばみらい市、つくば市、水戸市、大子町の行政区域での到達圏を表示する。濃淡で 10 分、20 分、30 分の到達圏の広がりを表す。厚生労働省（1999）の受療行動調査結果より、全国の病院通院時間は 30 分以内が概ね 65 % となっていることから、到達圏分析における移動時間においても 30 分までと、三段階で閾値を設定した。図 3 から、東京に近い県南は 30 分到達圏に含まれているが、県北の広い地域、県南東部の鹿行地域、さらには県南か

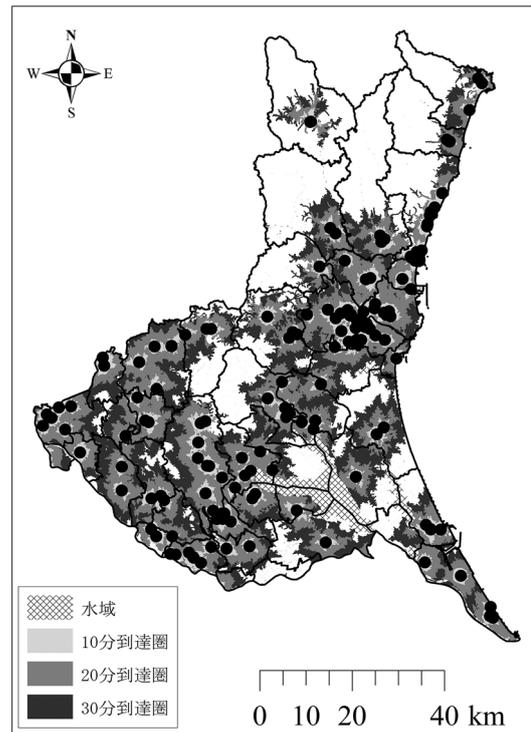


図 3：病院からの到達圏（茨城県）

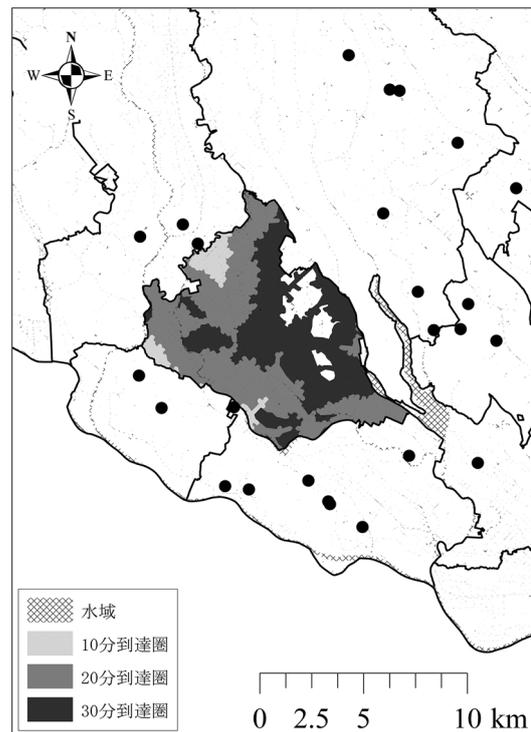


図 4：病院からの到達圏（つくばみらい市）

ら県西にかかる石岡・桜川地域での空白地が目立つ。実際、茨城県内の面積カバー率は、10 分、20 分、30 分の到達圏ごとに、14 %、40 %、68 %、昼間人口カバー率は 50 %、82 %、97 % となった。

表 1 で示したようにつくばみらい市は従来指標では評

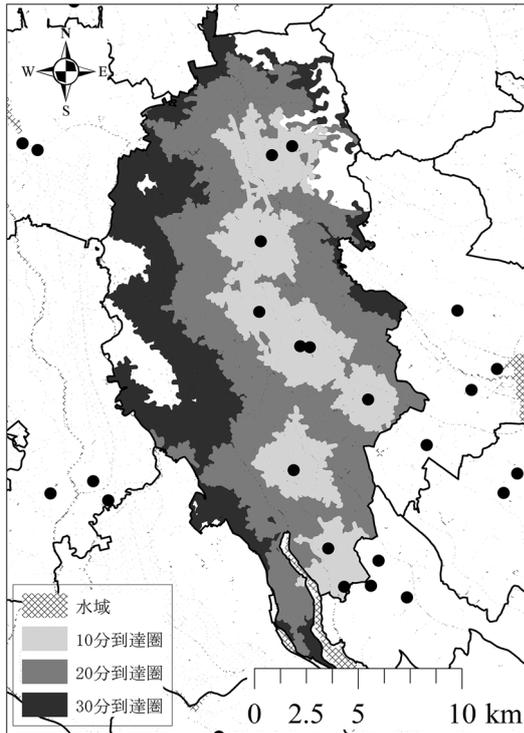


図5：病院からの到達圏（つくば市）

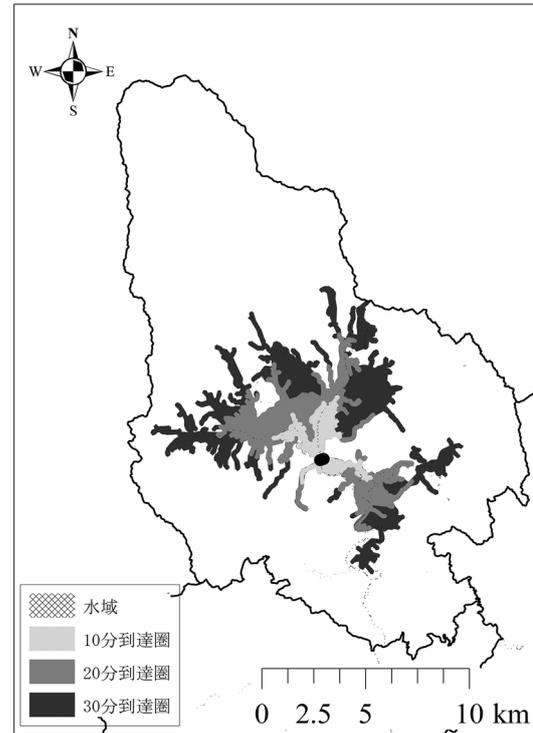


図7：病院からの到達圏（大子町）

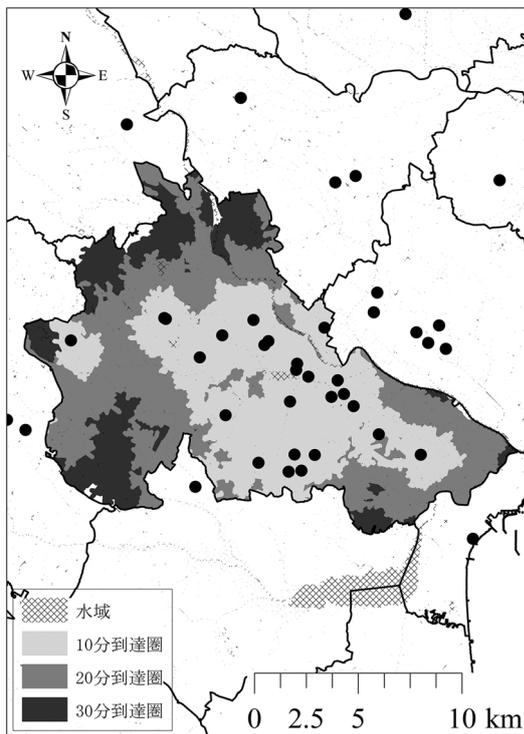


図6：病院からの到達圏（水戸市）

価の低かった自治体である。しかし、図4から行政区域のほとんどが到達圏で覆われている。しかも、到達圏外が市境ではなく市内にある。これは隣接自治体の病院が近い場所にあるためである。このように市内に病院が無くても、病院に近い環境であり、病院利便性は高いと

みなせる。また、医師数が最も多いつくば市ではあるが、図5に示すように、北側の筑波山周辺、西側の小貝川付近など市境では到達圏にカバーされていない。さらに、県庁所在地である水戸市の場合、市内さらには茨城町など周辺自治体に国立や県立で開院した大型病院が多数立地しており、図6で示すように、ほぼ全域がカバーされている様子が理解できる。栃木県、福島県と隣接し、市境の三方が県境に囲まれる大子町は表1が示すように従来指標で病院数が最も多くなっているが、図7から読み取れるように、到達圏外となる地域が市町境界も含め面的に広がる様子が見て取れる。病院の空間的広がりが狭いこと、隣接市町村で病院が少ないこと、さらに山間地という地形制約から利用できる道路も限られることが影響していると考えられる。

3.3 アクセシビリティ指標による評価

到達圏をもとにカバー率を数値化する。表2に30分到達圏での県内順位を示す。表1で示す従来指標と比較する。表1で上位5位は水戸市を除いて表2で示す新指標上位5位に入っていない。加えて、大子町、高萩市は従来指標の病院数では1位と2位であるが、新指標になると、面積カバー率ではワースト2位と1位となった。また、従来指標では病院数と医師数がワースト1位と4位であった、つくばみらい市ではあるが、面積カバー率は94.1%で9位、人口カバー率は95.3%で29位と大幅に評価上昇した。以上から、従来指標と新指標では評価結果がかなり異なる。

表2、さらには、図4から図7を通して、つくばみらい

表 2：アクセシビリティ指標の上位と下位

順位	市町村	面積カバー率 (%)	順位	市町村	昼間人口カバー率 (%)
1	下妻市	99.9	1	下妻市	100.0
2	那珂市	99.3	2	水戸市	100.0
3	水戸市	98.5	3	美浦村	100.0
4	常総市	96.9	4	那珂市	99.9
5	牛久市	96.9	5	阿見町	99.9
・	・	・	6	つくば市	99.8
9	つくばみらい市	94.1	・	・	・
・	・	・	・	・	・
11	つくば市	93.7	・	・	・
・	・	・	29	つくばみらい市	95.3
・	・	・	・	・	・
・	・	・	38	大子町	74.9
・	・	・	・	・	・
40	城里町	34.1	40	桜川市	68.4
41	常陸太田市	28.2	41	行方市	65.5
42	常陸大宮市	24.8	42	河内町	60.1
43	大子町	19.2	43	鉾田市	59.5
44	高萩市	16.4	44	潮来市	58.1

市、大子町、つくば市、水戸市を比較する。過疎地でもある大子町の面積カバー率はかなり低く、人口カバー率も7割台である。一方、つくばみらい市は、病院が集積するつくば市の影響により面積カバー率は高く、人口カバー率も95%を超える水準である。つくば市は人口カバー率が高水準であり、水戸市は両カバー率ともに高水準である。

3.4 到達圏閾値の影響

茨城県内44市町村について、移動時間10分、20分と30分と変化させたときの新指標の散布図を図8、図9、図10に示す。各図共通で横軸で面積カバー率、縦軸で人口カバー率を測る。カバーされる領域が広がる右上方向の市町村ほど医療が充実していると判断される。

これらの図から3点読み取れる。第一に、移動時間の閾値が長くなるにつれて多くの自治体の布置が右上に着

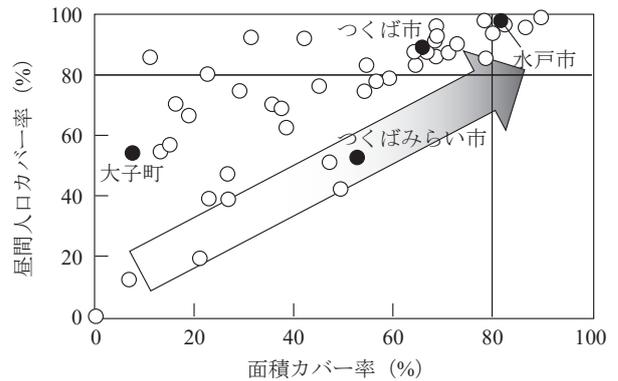


図 9：20分到達圏におけるカバー率

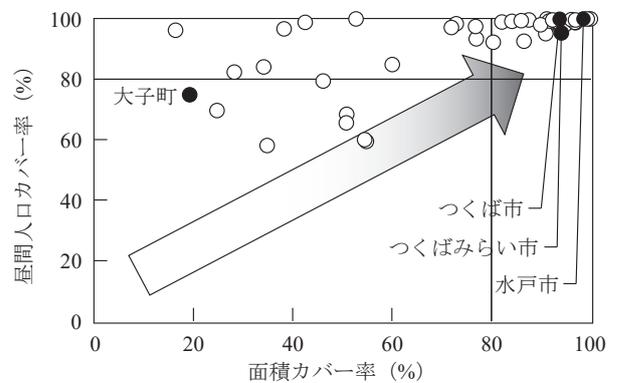


図 10：30分到達圏におけるカバー率

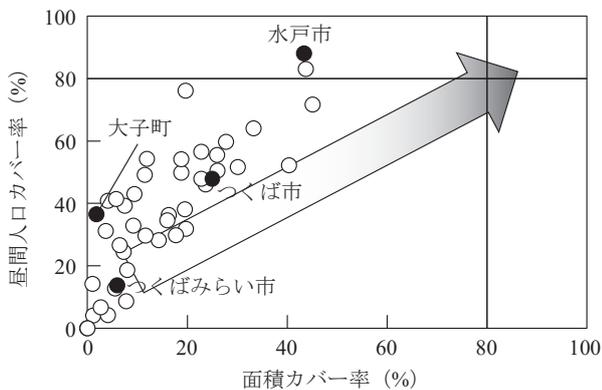


図 8：10分到達圏におけるカバー率

実に移動している。実際、両カバー率がともに 80 % に達成する自治体は 10 分到達圏では無かったが、20 分到達圏では 5 自治体、30 分到達圏では 25 自治体となった。そして、10 分到達圏では離れていた、つくばみらい市とつくば市は、30 分到達圏ではほぼ同じ場所に位置している。これは従来指標では把握できない点であり、従来指標の脆弱性を検出できた。第三に、病院は人口密度の高い場所に立地しているのが通常であり、どの自治体も人口カバー率は面積カバー率より高くなる。図 8、図 9、図 10 が示すように、人口カバー率が 80 % を越えながら面積カバー率 80 % に達しない自治体は、10 分、20 分、30 分到達圏でそれぞれ、2、17、11 もある。逆に面積カバー率だけが 80 を越える自治体はどの到達圏域でも存在しない。しかし、10 分、20 分、30 分到達圏ごとに、両カバー率間のピアソン積率相関係数は 0.83、0.74、0.65、スピアマン順位相関係数は 0.83、0.79、0.70 である。したがって、面積カバー率と人口カバー率はある程度の相関関係にあると言える。

3.5 指標としてのメリットとデメリット

従来指標に欠けている視点と対応させることで、新指標のメリットは次の 3 点に整理できる。

第一に、道路整備や土地利用集約など非医療分野の効果をクロスセクター効果（越川他，2018）として反映できる。第二に、スピルオーバー効果を数値として組み込める。移動サービスの向上によって、生活圏と行政圏との乖離は、より拍車がかかる。自治体単独での整備には限界があり、医療圏も含めた広域での医療環境づくりの効果を感知できる指標である。第三に、指標に自由度があり拡張性・発展性に富む。本研究では国勢調査昼間人口を用いたが、携帯電話位置情報データを活用すれば、土日も含めた 24 時間 365 日、男女・年代・居住などの属性分析も可能となる。緊急度や重篤度、診療科別の新指標も計算可能である。多額の税金が投入される病院建設など医療再編政策では合意形成は難しい場合が多い。豊富な医療データを紐付けて自治体内外の住民と共有することで、医療政策の推進に寄与できる。

なお、従来指標と比較してのデメリットとして、住民や病院の位置情報を収集すること、地理情報システム等の IT スキルが必要なことがある。しかし、データが安価となり、ユーザーフレンドリーなツールが増え、データサイエンティストが着実に育っている状況を踏まえると、些細な課題である。一方で、新指標に必要な情報を過去

に遡って収集することは手間がかかり現実的ではないが、将来は比較可能となる。

これまで論じた、従来指標と新指標のメリット及びデメリットを定性的に 5 つの項目に整理すると表 3 が得られる。両指標は一長一短の関係となる。厳しい財政状況を踏まえると、足りなければ施設を新設する計画は現実的でない。従来指標のように「数」を追求する従来指標だと目標値は単なる目標となってしまふ。しかし、到達圏などを活用する新指標は、利用者目線へと一段踏み込んでいることを強調したい。

表 3：従来指標とアクセシビリティ指標の定性的比較

	従来指標	新指標
1. 情報収集・分析の容易さ	○	×
2. 指標の継続性	○	△
3. 需給時間帯の整合性	△	○
4. 行政区域内の空間情報	△	○
5. 行政区域外の空間情報	×	○

3.6 指標の相関

病院が単調に増えれば、面積カバー率は減ることはない。つまり従来指標と新指標とは指標としてある程度連動すると想像できる。従来指標と新指標とがどのように連動しているかを確かめるために、両者の相関係数を表 4 に示す。相関係数 2 種類（ピアソン積率相関係数とスピアマン順位相関係数）ごとに、従来指標 2 組（病院数と医師数）と新指標 6 組（面積カバー率と人口カバー率それぞれ 10 分、20 分、30 分という 3 段階の閾値）との組み合わせで計算し、合計 24 種類の相関係数を求めた。

表 4 からどの組み合わせにおいても相関は強くなく、閾値が伸びるほど値は小さくなり、一部では負の値も現れてしまう。閾値が極めて小さいと面積カバー率は施設数に比例する。閾値が大きくなるにつれて各病院のカバー圏が重複し、数と圏域との関係は希薄になる。そして個々の自治体での病院の集積パターンという空間的偏りの違いの影響を受け、両者の相関関係は小さくなると解釈できる。

以上から、両指標ともに医療充実度を測るはずだが、相関していないのである。従来指標では病院近接性を説明できず、従来指標が新指標の代替になることが困難であることを数値で確認できた。

表 4：従来指標とアクセシビリティ指標との相関

相関係数		面積カバー率			昼間人口カバー率		
		10 分	20 分	30 分	10 分	20 分	30 分
10 万人あたり病院数	積率相関	0.21	0.03	-0.22	0.41	0.38	0.17
	順位相関	0.19	0.05	-0.15	0.35	0.31	0.07
10 万人あたり医師数	積率相関	0.42	0.34	0.28	0.44	0.41	0.34
	順位相関	0.61	0.42	0.24	0.61	0.55	0.37

3.7 病院数と速度改善との基本関係

医療は受診して成立するという性質から、移動をスムーズにすれば医療サービス水準は高まる。道路整備の推進や最高速度規制緩和に加え、コネクテッドカーとして最新の道路状態を取得し混雑を避け最適なルートを選択することで移動時間を短縮できる。病院が減っても、移動速度を改善すれば空間的な到達圏は縮まない。つまり、病院減少で発生する面積カバー率を交通改善で補うことができる。極力単純な状況で両者の関係を抽出する。

1つの行政区域に n 個の病院が規則的に（もしくはランダムに）配置されているとする。行政区域に患者が均一に分布し、最も近い病院へ直線移動できるとする。すると、腰塚（1985）の結果から、利用者から施設までの距離は施設数の平方根の逆数 $1/\sqrt{n}$ に比例する。ここで施設数が α 倍の状況を考える。 α が 1 より小さければ施設密度が下がる状況である。したがって、速度を $1/\sqrt{\alpha}$ 倍にすれば施設減で狭まる面積カバー率を取り戻せる。例えば、病院が 1 割減少 ($\alpha = 0.9$) しても移動速度が 5.4% 上がれば当初の面積カバー率は変わらない。同様に病院が 2 割減 ($\alpha = 0.8$) でも移動速度が 11.8% 上がると、同水準の面積カバー率を達成できる。

現在、医療の高度化やデジタル化、人口減、医師不足等の理由から各地で病院の集約化が進んでいる。地域での病院撤退を交通改善で補完できる関係を示せた。

4. おわりに

医療サービス水準を測定する指標として、これまで個々の自治体の枠組みで評価する自治体人口あたりの病院数や医師数が長期に使われてきた。医療サービスは、介護・福祉・防災なども含めた広域まちづくり課題とも広く関係する。限られた医療資源を効率的に活用するためには、広域で医療を支えていく視座は不可欠である。

本研究では、市区町村またぎを意識したアクセシビリティ指標を提案した。そして、茨城県のデータを分析し、病院や医師が少ないつくばみらい市は従来指標では低評価だが、新指標では行政区域を越えた医療を享受でき、高評価になること、一方で病院が多く、従来指標では高評価である大子町や高萩市では、交通の便が悪く新指標での評価が悪くなることを示した。さらに、医療サービス供給側の視点に立つ従来指標と需要側に立つ新指標とでは相関が弱く、従来指標では、医療アクセシビリティを代替できないことを立証した。MaaS など移動サービスへ期待が高まっている現代において、従来指標単独で医療アクセシビリティの改善や改悪を評価することは、もはや限界であることが理解できた。

地方では、人口減による移動需要の縮小や運転手不足、運転免許返納など公共交通を取り巻く環境が大きく変化している。そのような背景から、2023年6月に各自治体において地域公共交通計画の作成が義務化された。医療サービスから見た公共交通計画の効果測定のためにも、公共交通を組み込み一般化していくことが今後の課題となる。

謝辞

本研究はトヨタ自動車と筑波大学社会工学域との共同研究「モビリティイノベーションの社会応用と未来社会工学研究フェーズⅢ」の一環で実施し、鶴嶋英夫先生、谷口綾子先生、川島宏一先生（筑波大学）からご指導いただいた。

引用文献

- 茨城県（1989）. 茨城県社会生活統計指標（平成元年）.
- 茨城県（2019）. 茨城県社会生活統計指標（令和元年）.
- 一般財団法人自動車検査登録情報協会（2020）. わが国の自動車保有動向. 都道府県別の自家用乗用車の普及状況表. <https://www.airia.or.jp/publish/statistics/trend.html>.（閲覧日：2022年1月8日）
- 越川知紘・森本瑛士・谷口守（2018）. 多様化するコンパクトシティ政策がもたらすクロスセクターベネフィットの可能性. 土木計画学研究論文集, Vol. 35, 419-429.
- 腰塚武志（1985）. 都市施設の密度と利用者からの距離との関係について. 都市計画論文集, Vol. 20, 85-90.
- 厚生労働省（1948）. 医療法（昭和23年7月30日法律第205号）. <https://elaws.e-gov.go.jp/document?lawid=323AC0000000205>.（閲覧日：2022年1月8日）
- 厚生労働省（1999）. 平成11年受療行動調査. <https://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/jyuryo/00/index.html>.（閲覧日：2022年1月8日）
- 厚生労働省（2018）. 医療確保計画策定ガイドライン. <https://www.mhlw.go.jp/content/000700134.pdf>.（閲覧日：2023年5月13日）
- 警察庁（2014）. 国会公安委員会告示第12号. <https://www.npa.go.jp/bureau/traffic/seibi2/shinsei-todokede/jouhou/guideline.pdf>.（閲覧日：2022年1月8日）
- Luo, W. (2004). Using a GIS-based floating catchment method to assess areas with shortage of physicians. *Health and Place*, Vol. 10, 1-11.
- Luo, W. and Qi, Y. (2009). An enhanced two-step floating catchment area (E2SFCA) method for measuring spatial accessibility to primary care physicians. *Health and Place*, Vol. 15, 1101-1107.
- Luo, W. and Whippo, T. (2012). Variable catchment sizes for the two-step floating catchment area (2SFCA) method. *Health and Place*, Vol. 18, 789-795.
- 増山篤（2015）. 青森県弘前市における介護サービスへのアクセシビリティ計測の試み. 都市計画論文集, Vol. 50, No. 2, 210-220.
- 三宅貴之・佐藤栄治・三橋伸夫・熊川寿郎（2016）. 地域特性からみた医療アクセスの格差に関する研究. 日本建築学会計画系論文集, Vol. 727, 1971-1979.
- McLafferty, S. (2020). Place and quantitative methods: Critical directions in quantitative approaches to health and place. *Health and Place*, Vol. 61, 10223.
- 内閣府（2015）. 経済財政運営と改革の基本方針2015—

経済再生なくして財政健全化なし一. <https://www5.cao.go.jp/keizai-shimon/kaigi/cabinet/2015/decision0630.html>.
(閲覧日: 2022年1月8日)

小畑篤 (2018). 診療場面毎の課題と実践 地方都市の地域医療の課題と実践. 日本内科学会雑誌, Vol. 106, No. 7, 1427-1432.

OECD (2017). *Health at a glance 2017: OECD indicators how does Japan compare?* <https://www.oecd.org/japan/Health-at-a-Glance-2017-Key-Findings-JAPAN-in%20Japanese.pdf>.
(閲覧日: 2023年5月13日)

讃岐亮・佐藤栄治・熊川寿郎・鈴木達也・吉川徹 (2014). 大災害時における医療施設へのアクセシビリティ評価. 厚生学の指標, Vol. 61, No. 11, 1-6.

つくばみらい市 (2018). 第2次つくばみらい市総合計画.
渡辺英克 (2019). 患者目線の医療改革. 日本経済新聞出版社.

Abstract

Hospital management in local areas is becoming more important due to the aging of the population and the spread of COVID-19. However, it is difficult to construct new hospitals in such areas because of the low utilization of high-cost medical equipment, an uneven distribution of doctors, and a restricted number of beds. In the future, however, medical services will improve if transportation policies and wide-area cooperation are strengthened, connecting the demand side, namely patients, and the supply side, namely hospitals. So far, the criteria such as the number of hospitals and the number of doctors has been used to evaluate regional medical services. However, in order to efficiently use limited medical resources, it is essential to have a bird's-eye viewpoint, which cannot be evaluated by existing criteria. Instead of such criteria, new criteria to evaluate the accessibility of the patients who may cross municipal borders are proposed. As new criteria, we focus on accessibility to hospitals, using data on hospital locations and municipal boundaries for 44 municipalities in Ibaraki Prefecture. We analyze the reachable area considering crossing municipalities using ArcGIS Network Analyst. We also evaluate regional medical services by considering the area coverage and population coverage as the accessibility to hospitals. In addition, the existing criteria and the new indicators are compared in view of the continuity and the consistency of supply and demand times, and the correlation of the criteria with each other show that it is difficult for the existing criteria to replace the new criteria, and the new criteria is better than the existing criteria. Medical services are widely related to urban planning issues, including elderly care, welfare, and prevention of disasters. It is therefore essential to support medical services over a wide area.

(受稿: 2022年11月5日 受理: 2023年5月22日)