

アクセシビリティ分析に基づく医療施設の重要度評価方式の提案

宇都恭平¹ 矢野浩仁¹ 谷本幸一¹

概要: 都市に存在する施設の重要度を定量的に評価するために、医療施設を対象に病床数とアクセシビリティ分析に基づく推計患者数の関係から重要度を評価する評価方式を検討した。本方式は病床数や周囲の人口、周囲の同類施設の存在を考慮した評価方法であることが本結果より示唆された。

キーワード: 医療施設、重要度評価、アクセシビリティ分析

Proposal of an importance evaluation method for medical facilities based on accessibility analysis

KYOHEI UTO^{†1} KOJIN YANO^{†1} KOUICHI TANIMOTO^{†1}

Abstract: In order to quantitatively evaluate the importance of facilities in a city, we proposed an evaluation method that evaluates the importance of medical facilities based on the relationship between the number of beds and the estimated number of patients based on accessibility analysis. The results suggested that this method takes into account the number of beds, the surrounding population, and the existence of similar facilities in the surrounding area.

Keywords: Medical facility, Importance evaluation, Accessibility analysis

1. はじめに

世界的に都市への人口集中が見られており、2050年には世界人口の70%が都市に集中すると予測されている[1]。これに伴い、整備されてきた都市インフラが十分に機能しなくなる可能性は当然考えられ、実際に交通渋滞、電力不足による停電等が引き起こされている。このような都市問題に対して都市データを活用した対策が求められている。例えば我が国においては Sciety5.0 の構想の中で、リアルタイムの都市データをサイバー空間上に集め、問題解決の施策を定めた後、フィジカル空間で実行するといったコンセプトが提唱されている[2]。都市データの適用範囲としては、災害対策、都市・交通計画、観光促進等多岐にわたる。例えば都市データから施設の重要度を評価することができれば災害時に優先して復旧する施設を判定したり、重要度に基づいて都市の配置計画を立案したりする等の応用が可能となる。施設の重要度という観点では、国内では各自治体で重要施設(主に医療施設や公的施設)が定められており、災害時には燃料の備蓄やインフラの応急復旧を該当施設に優先する等に利用される。ただし、これは対象施設が重要であるという情報のみで順序性(重要性の度合い)を示してはいない。都市に存在する施設の重要度を定量的に評価することで現在の重要施設の妥当性検証や災害対策、都市計画への応用が可能になると考えられる。

そこで本研究では都市に存在する施設の重要度の定量

評価方法を検討する。ここで重要度を「仮に該当施設が利用不可となった場合の社会への影響の度合い」として定義し、都市データから社会への影響度を評価する方法について、医療施設を例として検討を行う。

2. 医療施設の重要度評価

医療施設の重要度を評価する指標の一つに病床数が挙げられる。病床数は施設の規模や供給の度合いを表現できる一方、どれだけの人が利用しているかという需要の度合いが表されていない。需要の度合いは各病院における患者数を用いることで表すことができると思われるが、医療施設ごとの患者数というデータは公開されていないため何らかの方法で推計する必要がある。患者数を推計する方法として、谷本[3]は各地域の人口や医療施設の位置、交通手段に基づくアクセシビリティ分析を行い、地域ごとの充足率(需要と供給の比)を算出し各地域の医療サービスの充実度合いを評価した。そこで本報告では病床数とアクセシビリティ分析による推計患者数を用いた医療サービスの需給関係により医療施設の重要度を評価する。さらに提案した重要度評価方法の妥当性に関して考察する。

3. 分析対象と分析方法の設定

3.1 対象地域

本分析の対象地域は福岡県福岡市とする。なお福岡市に

¹ (株)日立製作所
Hitachi Ltd.

は離島も含まれているが、今回は自家用車での移動を前提に分析を行うため離島は分析対象から除外する。福岡市に存在する病院(診療所は今回は除く)のうち、国交省 GIS ホームページ[4]で位置情報が公開されており、かつ福岡県の病床機能報告制度[5]で報告されている医療施設 95 件を対象とする。

3.2 分析対象の病床、患者、移動手段

病床数は福岡県の病床機能報告制度で報告されている病院別病床機能別病床数のデータを使用する。病床機能とは、国交省の地域医療構想[6]で定義されているもので(1)高度急性期、(2)急性期、(3)回復期、(4)慢性期に分類される。各病床機能の定義を表 1 に示す。本報告もこれに従い、4 つの病床機能別の病床数を採用する。

表 1 病床機能の定義

Table 1 Define of bed function

病床機能種	定義
高度急性期機能 (High Acute)	急性期の患者に対し、状態の早期安定化に向けて、診療密度が特に高い医療を提供する機能
急性期機能 (Acute)	急性期の患者に対し、状態の早期安定化に向けて、医療を提供する機能
回復期機能 (Recovery)	急性期を経過した患者への在宅復帰に向けた医療やリハビリテーションを提供する機能。
慢性期機能 (Chronic)	長期にわたり療養が必要な患者を入院させる機能。

患者数を算出するために国交省 GIS ホームページで提供されている 500m メッシュ単位の年齢階級別推計人口分布データを使用する。この年齢階級別人口に病床機能別年齢階級別の受療率をかけることで患者数を推計する。受療率とは 10 万人当たりの推計患者数のことであり、この計算方法は地域医療構想に準ずる。ただし福岡市の病床機能別年齢階級別の受療率は公開されていないので、福岡県の 2018 年度年齢階級別受療率[7]と福岡市の 2025 年度の病床機能別推計患者数(2013 年データより)[8]から算出する。この受療率と年齢階級別人口分布から各メッシュの病床機能別年齢階級別患者数を推計する。表 2 に福岡県の年齢階級別受療率、表 3 に福岡市の病床機能別患者比を示す。

道路ネットワークデータを用いて各地域と病院のアクセシビリティ分析を行う。道路データは open street map を使用し、移動手段は自家用車のみを扱うこととする。各地域から各病院までの旅行速度を、福岡県交通渋滞対策協議会が公開している資料[9]より全箇所一律で 20km/hour とし、各メッシュの代表地点から 30 分以内で到達可能な病院を

アクセス可能な医療施設としてアクセシビリティ分析を行う。これにより前述の医療施設ごとの病床数と各メッシュの患者数による需給関係(充足率)を計算する。

表 2 福岡県の年齢階級別受療率

Table 2 in Treatment rate by age group in Fukuoka prefecture

年齢階級	受療率(人口 10 万人対)
0-4 歳	338
5-14 歳	97
15-24 歳	161
25-34 歳	359
35-44 歳	431
45-54 歳	711
55-64 歳	1200
65-74 歳	2037
75 歳以上	5942

表 3 福岡市の 2025 年度病床機能別推計患者数の割合
(2013 年データより作成)

Table 3 Estimated patient ratio by bed functions in 2025 in Fukuoka city (created from data in 2013)

病床機能	高度急性期	急性期	回復期	慢性期
患者比(%)	10.88	32.48	36.39	20.25

3.3 充足率の計算

谷本の報告[3]に倣い、本稿では何らかのサービスへの(一定の余裕を見込んだ)需要量に対する、一定の範囲内(本稿では時間距離圏内)で到達可能なサービスの供給量の比を、「充足率」と定義する。充足率は二段階需給圏浮動分析法により算出する。ここでは Wang and Luo[10]による、以下の手法を用いる。

第 1 段階: 以下の式 (1) で示すように、各施設から一定の距離 d_0 圏内に位置するメッシュエリアの全てにおける、ある病床機能の患者数の総和を求め、当該機能の病床数との比を算出する。メッシュエリアの代表地点はメッシュ中心部とする。

$$R_{jf} = \frac{B_{jf}}{\sum_{i \in \{d_{ij} \leq d_0\}} P_{if}} \quad (1)$$

i : メッシュ番号

j : 医療施設番号

R_{jf} : 施設 j における病床機能 f の病床数と患者数の比

B_{jf} : 施設 j における病床機能 f の病床数

d_{ij} : メッシュ i と施設 j の間の距離

d_0 : 一定距離(今回は 20km/hour で 30 分圏内なので 10km)

P_{if} : メッシュ i における病床機能 f の推計患者数

第2段階:以下の式(2)で示すように、各メッシュに対し、その代表地点から一定の距離 d_0 圏内に位置する施設の地点を全て検索し、抽出された施設の R_{jf} の総和を求める。

$$A_{if} = \sum_{i \in \{d_{ij} \leq d_0\}} R_{jf} = \sum_{i \in \{d_{ij} \leq d_0\}} \left(\frac{B_{jf}}{\sum_{c \in \{d_{cj} \leq d_0\}} P_{if}} \right) \quad (2)$$

A_{if} : メッシュ i の病床機能 f の患者1人あたり到達可能病床

式(2)により、患者数に対する到達可能病床数の過不足が明らかになる。すなわち、 A_{if} が1より大きければ患者数より病床数が多く、1より小さければその逆となる。ただ、実際に確保する病床数は、需要の変動を見込み、一定の余裕を含むべきである。その余裕(病床稼働率)について厚生労働省[5]は、地域医療構想の将来患者数推計における病床稼働率を、高度急性期:75%、急性期:78%、回復期:90%、慢性期:92%と定めており、本稿もこの値を採用する。以上から、地区 i の病床機能 f の患者数に対する病床稼働率を見込んだ病床数の充足度、すなわち充足率 S_{if} を、以下のように定義する。

$$S_{if} = A_{if} \times O_f \quad (3)$$

O_f : 病床機能 f の病床稼働率

充足率が1.0を超えるとき、需要の短期的な変動を見込んでも病床供給が不足しない状態であると考えられるため、この充足率1.0という値を、病床が不足するか否かの基準値と見なす。

3.4 重要度の計算

1章で重要度を「仮に該当施設が利用不可となった場合の影響の度合い」として定義した。これを基に、全施設を対象とした各メッシュの充足率(2.3で算出)と該当施設を取り除いた場合の各メッシュの充足率の差分を該当施設的重要度として定義する。重要度は充足率の差分によって算出しているため、本研究において重要度は「その施設がなくなった場合に、各メッシュで平均してどのくらい充足率が低下するか」ということを示す指標である。

$$I_{if} = \sum_i S_{if} - S_{if}^j \quad (4)$$

I_{if} : 施設 i の病床機能 f における重要度

S_{if}^j : 該当施設 j を取り除いた場合のメッシュ i , 病床機能 f における充足率

4. 結果

4.1 充足率の計算結果

2.3の手順で算出された福岡市の病床機能別メッシュ別の充足率を図1に示す。充足率は2.3で述べたように1.0を

基準として、医療サービスの充足の程度を評価する。高度急性期は中央区などのエリア中央部で充足率が高く1.0を上回っている。急性期、回復期は全体的に充足率低い。これは需要のある病床機能であるが、病床数が不足していることを示している。慢性期は西区および中央区の一部のエリアでは充足率が1前後の値を示している。

4.2 影響度の計算結果

2.4の手順で算出された福岡市の病床機能別の医療施設の重要度を図2に示す。

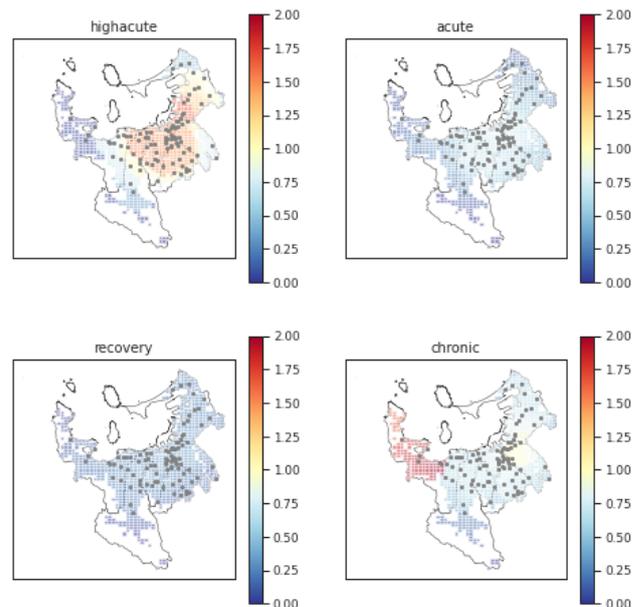


図1 病床機能別メッシュ別の充足率

Fig. 1 Satisfaction rate by mesh by bed function

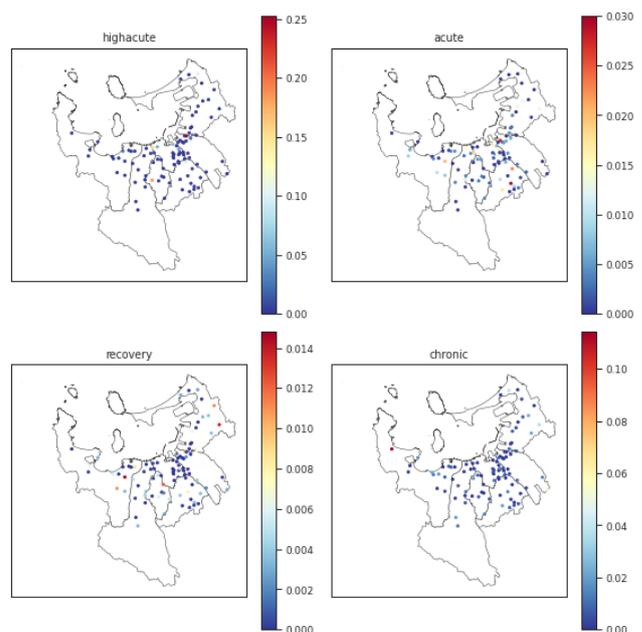


図2 病床機能別の医療施設の重要度

Fig. 2 Importance for medical facility by bed function

病床機能ごとに重要とみなされている施設は異なることが分かる。また人口の多いエリア(例えば中央区)に重要施設が集中するわけではなく、分散していることが確認できる。

4.3 本評価方法の検証

今回導入した重要度指標は病床数を基に作成されている。そこで各医療施設の病床数と重要度の関係を可視化したものを図3に、病床数と重要度の相関係数を表5に示す。病床機能別にみても病床数と重要度は高い正の相関関係にあることが分かる。基本的には病床数が多い施設程、設備が整っており患者数も多くなる傾向にあることから重要度が病床数と相関するのは自然な結果であるといえる。

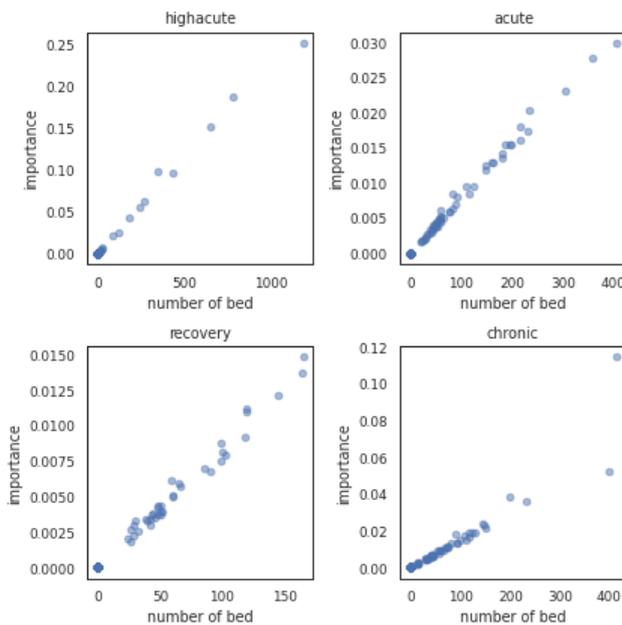


図3 病床機能別病床数と重要度の相関

Fig. 3 Correlation between number of bed and importance by bed function

表4 病床機能別病床数と重要度の相関係数

Table 4 Correlation coefficients between the number of beds and the importance by bed function

病床機能	高度急性期	急性期	回復期	慢性期
相関係数	0.997	0.997	0.996	0.943

ただし図3を見てみると一部の点は回帰直線から外れた箇所に存在していることが確認できる。例えば慢性期では病床数に対して重要度がかなり高く評価されている点が右上に存在しており、高度急性期でも画面中央部に病床数に対して重要度が高く評価されている点が存在している。この相関が低い施設を観察したところ、該当施設は対象エリアの外側に位置しておりかつ周囲に該当病床機能の施設が少ない施設であった。また図4に示すように外側のエリアに存在する地域は中央部に存在するものと比べて合計充足

率(各病床の充足率を足し合わせたもの)が低い傾向にあり、かつ周囲に病院が少ない傾向にあることから該当病院がなくなった時の社会的損失が大きいことが予想される。これは該当施設が他の施設と比べて重要度が高く評価されている今回の結果と合致している。つまり本評価方法は病床数とアクセシビリティに基づく患者数の情報が反映された評価方法であることが示唆された。

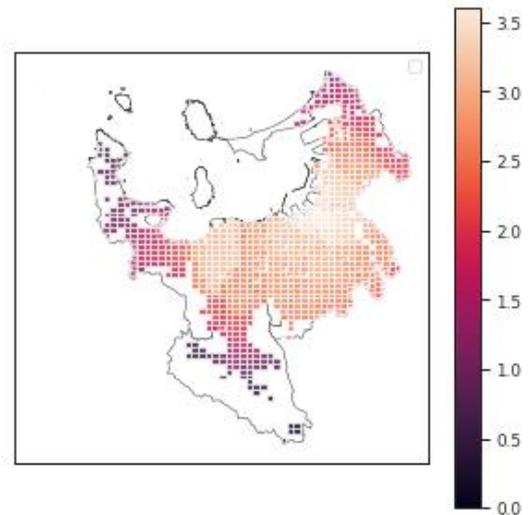


図4 各地域の合計充足率

Fig. 4 Total satisfaction rate in each region

5. おわりに

病床数と推計患者数の関係から医療施設の重要度を評価する方法を検証した。病床数や周囲の人口、施設の有無を考慮した評価方法である可能性が示唆された。本稿では移動手段を自家用車に限定したが、今後はバスや鉄道などの公共交通を考慮したより厳密なアクセシビリティ分析の導入や人口分布や医療施設分布の特性が異なるエリアでの比較検証を進めていく。

参考文献

- [1] OECD 環境アウトルック 2050 <https://www.oecd.org/env/indicators-modelling-outlooks/49884270.pdf>
- [2] 内閣, Society5.0 https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/
- [3] 谷本涼, 都市郊外における病床へのアクセシビリティの将来推計, 人文地理第69巻第4号(2017)
- [4] 国土交通省, GIS ホームページ <https://nlftp.mlit.go.jp/>
- [5] 福岡県病床機能報告制度(平成29年度報告) <https://www.pref.fukuoka.lg.jp/contents/bed-function-report-h29.html>
- [6] 国土交通省, 地域医療構想
- [7] 福岡県保健医療計画
- [8] 福岡県地域医療構想(福岡・糸島区域) <https://www.pref.fukuoka.lg.jp/uploaded/attachment/24317.pdf>
- [9] 福岡県交通渋滞対策協議会
- [10] Wang, F. and Luo, W. (2005). Assessing spatial and nonspatial factors for healthcare access: towards an integrated approach to defining health professional shortage areas. *Health & Place*, 11, 131-146