

厚生労働科学研究費補助金(循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業)
分担研究報告書

地理情報システムを利用した脳梗塞患者の施設搬送シミュレーションに関する研究

研究分担者 (後藤 励・慶応大学・経営管理研究科・教授)

研究要旨

本邦における脳梗塞の疫学調査のデータを用いて、各都道府県での脳血栓回収療法の適応となる新規脳梗塞患者を推計し、地理情報システム(GIS : Geographic Information System)を用いて最寄りの血栓回収療法が可能な施設への患者の搬送シミュレーションを行った。シミュレーションで得た件数と実際の治療数とは大幅にかけ離れる結果となった。シミュレーションが患者発生地点から最寄りの治療施設とした為であり、施設(医療供給サイド)の専門医数やベッド数、提供体制などを加味していないことが考えられる。今後、E2FSCA 法を用いて、血栓回収療法のアクセシビリティを計算していく予定である。

研究目的

本研究では、本邦における脳梗塞の疫学調査のデータを用いて、各都道府県での脳血栓回収療法の適応となる新規脳梗塞患者を推計し、地理情報システム(GIS : Geographic Information System)を用いて最寄りの血栓回収療法が可能な施設への患者の搬送シミュレーションを行う。結果を、JSNET 登録施設の実際の治療数と照合し、シミュレーションの妥当性を検証することを目的とする。

研究方法

血栓回収療法の適応となる患者数の推計には、2015 年国勢調査の人口を使用した。脳梗塞の発症率に関する各都道府県での大規模データは存在しないため、最新の長期間に渡る疫学調査である、岩手県での10年間の調査結果を用いた¹。年齢階級別の発症率を各都道府県の人口に掛け合わせることで、脳梗塞の発症数を予測した。これらの発症予測数には、血栓回収療法適応外の症例も含まれる為、脳梗塞患者のうち血栓回収療法の適応となる患者数の推計には米国から出されている論文からの数値を引用した²。当該論文内で、脳血栓回収療法の適応となる患者として報告されている数値は、

本邦の3学会(日本脳卒中学会、日本脳神経外科学会、日本脳神経血管内治療学会)が合同で発表している、経皮経管的脳血栓回収用機器適正使用指針第4版での、「発症 6 時間以内にステントリトリーバーまたは血栓吸引カテーテルを用いた血管内治療(機械的血栓回収療法)を開始することが勧められる【グレード A】」に相当し、その割合は脳梗塞患者全体の4%であった。

GISを用いた解析には Arc GIS Pro 2.8(Esri 社)と、その拡張機能である Network Analyst および Arc GIS Geo Suite 道路網 2022 を使用した。基本となる地図情報は、e-Stat 政府統計総合窓口内の統計 GIS より全国を 1km メッシュに区切ったものを使用した。対象地域の 1km 四方のメッシュデータ上に、メッシュ内の人口に比例するように R を用いてランダムに脳血栓回収療法の適応となる患者の位置及び患者数を決定した。同試行を100回施行した。Arc GIS Pro は Python スクリプトで操作が実行できるため、100 回の施行結果を用いて、患者をランダム発生させ、ポイントとして出力した。血栓回収療法施行施設は、2019 年の JSNET 登録施設のうち、症例報告のあった施設に限定し、ArcGIS の地図上に登録した。発生させた患者ポイントから最寄りの血栓回収療法可能施設までの搬送を実際の道路情報にも

とづいてシミュレーションを行い各施設での年間搬送数を集計した。

患者搬送シミュレーションは兵庫県で試行した。

研究結果

搬送シミュレーション結果は表1に示すとおりである。シミュレーションでは、神戸市立医療センター中央市民病院が搬送数3件となり2019年の実際の治療数とは大幅にかけ離れる結果となった。他の病院においても、シミュレーションでの搬送数は、実際の治療数と異なるものであった。

考察

シミュレーション結果と実際の治療数が大幅にかけ離れる結果となった原因としては、今回のシミュレーションが患者発生地点から最寄りの治療施設とした為であり、施設(医療供給サイド)の専門医数やベッド数、提供体制などを加味していないことが考えられる。

神戸市立医療センター中央市民病院は施設あたりでは、兵庫県内最多のJSNET 専門医を有し、救急医療体制も整っているが、神戸市内中心部から離れた人工島内にある為、市内中心部で発生した患者が搬送されない結果となったと考えられる。精緻なシミュレーションを行う為には医療供給サイドの提供能力を加味した上での分析が必要と考えられる。医療の需給バランスの両面を適切に捉えるアクセシビリティの計測手法として、2003年にLuo W³らによって、Two-step floating catchment area method (2SFCA 法)が開発され、その後、この原法を改良し、設定された範囲内で距離による重み付けを行なったThe enhanced two-step floating catchment area method (E2FCA 法)が報告されている⁴。この手法は、第一段階として医療機関までの距離を重み付け関数と定義した上で、医療施設がカバーする推定患者数を求める。第二段階では地区ごとに患者数あたりの医療資源量(医師数)を算出し、重み付け関数を掛け合わせた上で、地区内の全医療機関での医師数を算出し、これをアクセス指標とする方法である⁵。

E2FCA 法によるアクセス指標の算出式は以下のよう

に示される。
 A_i^E : i 地区の E2SFCA 法によるアクセス指標、 S_j : j 医療機関の医師数、 P_i : i 地区の人口

d_{ij} : i 地区と j 医療機関の距離、 D_r : 距離によって区分された r 番目のゾーン、

W_r : 距離によって区分された r 番目のゾーンにおける重みづけの係数⁶⁷

$$A_i^E = \sum_{j \in \{d_{ij} \in D_r\}} \frac{S_j W_r}{\sum_{k \in \{d_{kj} \in D_r\}} P_k W_r}$$

今後の課題として、E2FSCA 法を用いて、血栓回収療法のアクセシビリティを計算していく予定である。また、今回の搬送シミュレーションは、季節や発症時間、気象条件などを考慮していない。実情に促したシミュレーションを行う為には、日中と夜間の道路混雑状況や冬季の道路状況も加味する必要があると考えられる。

参考文献

1. Omama, S. *et al.* Ten-Year Cerebrovascular Disease Trend Occurrence by Population-based Stroke Registry in an Aging Japan Local Prefecture. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases* 29, (2020).
2. Mokin, M. *et al.* ASPECTS, Large Vessel Occlusion, and Time of Symptom Onset: Estimation of Eligibility for Endovascular Therapy. *Clinical Neurosurgery* 83, 122-127 (2018).
3. Luo, W. & Wang, F. Measures of spatial accessibility to health care in a GIS environment: Synthesis and a case study in the Chicago region. *Environment and Planning B: Planning and Design* 30, 865-884 (2003)
4. Luo W, Qi Y: An enhanced two-step floating catchment area (E2SFCA) method for および 2019 年実績値
5. Masuyama A: Measuring the spatial accessibility to home care services: A case study of Hirosaki-shi, Aomori. *Journal of the City Planning Institute of Japan* 50, (2015).
6. Nakamura, T: *Geographical characteristics of new accessibility index to community medical practice.* (2019).
7. Nakamura, T., Nakamura, A., Mukuda, K., Harada, M. & Kotani, K. Potential accessibility scores for hospital care in a province of Japan: GIS-based ecological study of the two-step floating catchment area method and the number of neighborhood hospitals. *BMC Health Services Research* 17, (2017).

表1. 兵庫県での脳血栓回収施設毎の予測搬送数

施設名	予測搬送数	2019 年実績
社会医療法人榮昌会 吉田病院	34	33
慈恵会新須磨病院	23	11
神戸掖済会病院	58	16
JCHO 神戸中央病院	21	11
医療法人社団六心会恒生病院	77	34
神戸市立医療センター中央市民病院	3	106
神戸大学病院	13	12
神鋼記念病院	58	32
兵庫県災害医療センター・神戸赤十字病院	5	22
神戸市立西神戸医療センター	30	8
大西脳神経外科病院	89	58
北播磨総合医療センター	85	25
公立豊岡病院組合立 豊岡病院	30	50
兵庫県立淡路医療センター	21	17
独立行政法人労働者健康安全機構 関西ろうさい病院	22	37
兵庫県立尼崎総合医療センター	70	41
西宮協立脳神経外科病院	81	40

兵庫医科大学病院	17	112
伊丹恒生脳神経外科病院	95	5
光風会長久病院	34	20
姫路赤十字病院	104	13

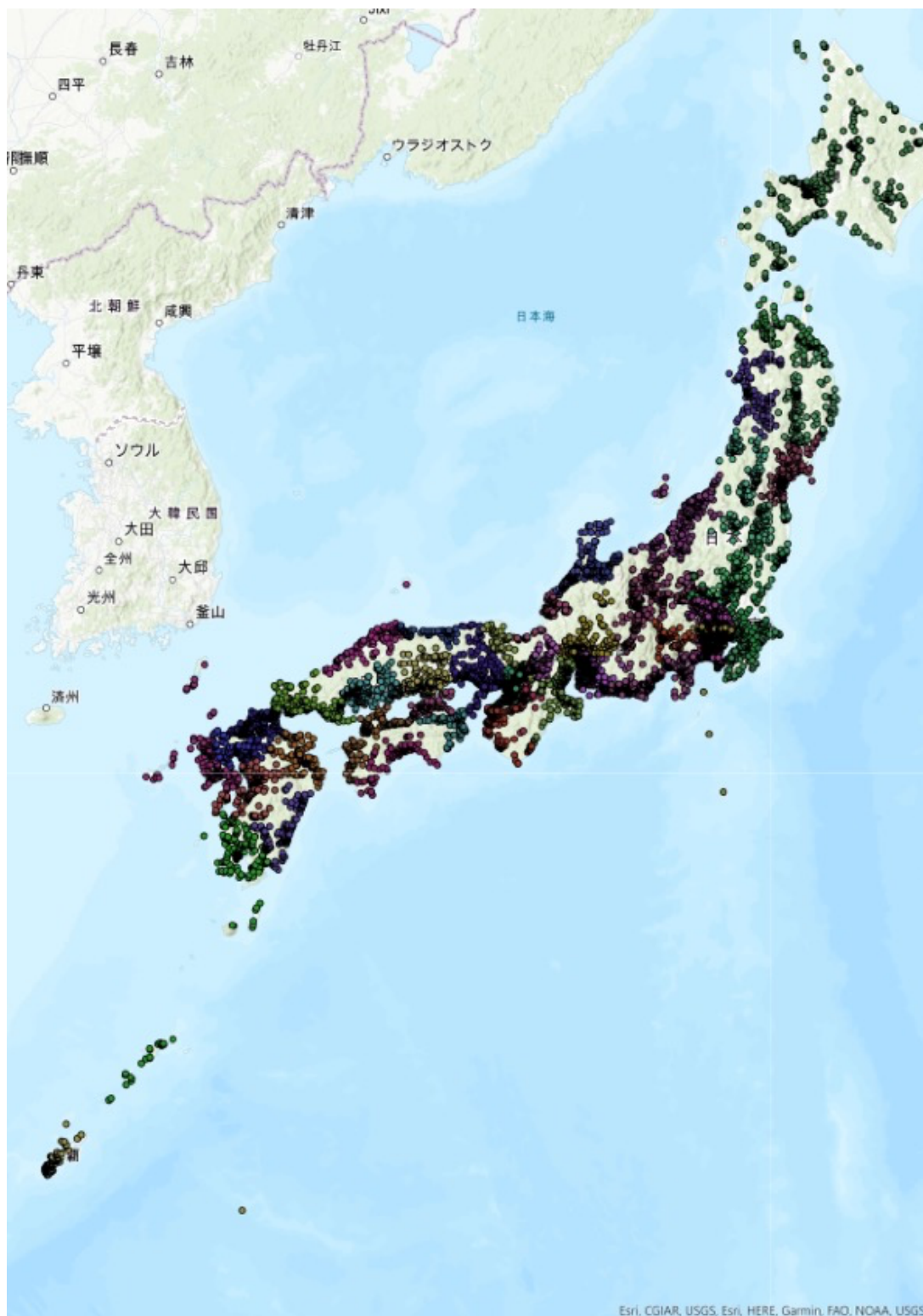


図1 全国での患者発生

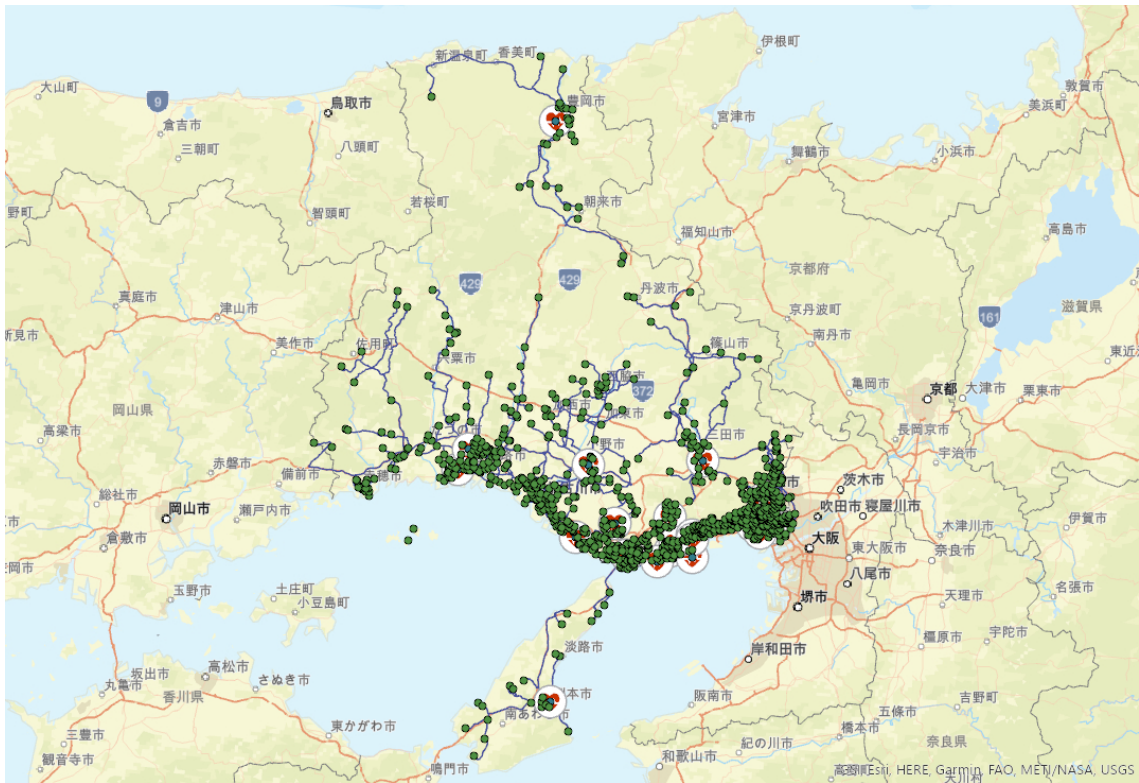


図2 兵庫県での患者搬送シミュレーション



図3 神戸市中心部での患者搬送シミュレーション