

地理情報システム(geographic information systems)を用いた受療行動解析についての文献的考察

誌名	日本農村医学会雑誌
ISSN	04682513
著者	濱野, 強 武田, 美輪子 川上, 直美 木村, 義成 山崎, 雅之 塩飽, 邦憲
巻/号	62巻4号
掲載ページ	p. 598-609
発行年月	2013年11月

原著：

地理情報システム (geographic information systems) を用いた受療行動解析についての文献的考察

濱野 強^{*,2*}・武田美輪子^{*,2*}・川上直美^{3*}・木村義成^{4*}
山崎雅之^{*,2*}・塩飽邦憲^{*,2*}

中山間地域では、住民の医療ニーズに基づいた地域医療体制の確立が緊急の課題である。そのためには、病床数や医師・看護師数等の構造的側面の検討に加えて、住民の受療行動解析が有益である。しかし、我が国では、受療行動について未だ十分な検討が行なわれていない。そこで、本研究では、地理情報システム (geographic information systems : GIS) を活用した受療行動の研究結果を客観的に総括することを目的として文献的考察を行なった。本研究では、米国国立医学図書館の医学文献データベース PubMed を用い、“health care utilization” に “geographic information systems”, または, “geographic information system” の各語を組み合わせて検索し、38件を分析対象とした。その結果、GIS の用途は、マッピング (データの見える化) が12件、直線距離解析及び道路ネットワーク解析 (医療施設への距離・時間の算出) が23件、データベース構築・バッファ作成が7件であった。また、先行研究では、小児医療、救急医療を対象とした研究成果が多く示されていたが、我が国の中山間地域の少子、高齢化の現状を鑑みると生活習慣病の受療行動に関する研究の進展が望まれる。

①受療行動 ②地理情報システム ③地域医療

緒 言

中山間地域では、住民の医療ニーズに基づいた地域医療体制の確立が緊急の課題である¹⁾。そのためには、病床数や医師・看護師数等の構造的側面の検討に加えて、受療行動の解析が有益である²⁾。しかし、我が国では、受療行動について未だ十分な検討が行なわれていない。他国の先行研究では、医療提供施設 (以下、医療

施設) への距離や時間について解析を行ない、受診頻度や治療成績に及ぼす影響が明らかにされている。

医療施設への距離や時間の検討では、地理情報システム (GIS : geographic information systems) による解析が行なわれている。GIS は、近年の情報化に伴い、都市計画、資源や施設・地籍図管理、防災、エリアマーケティング、ナビゲーション等で活用されている³⁾。医療分野では、疾病の発生地や施設といった個々の地理的事象・事物についてその広がりや位置関係という空間的特性の議論において活用されている⁴⁾。GIS の利点は、主題の異なる複数の属性情報を地図学的座標に基づき重ね合わせる事が可能であるため、各疾病分布の視覚的な把握や疾病の地理的集積の理解に基づく医療需要の

* 〒693-8501 鳥根県出雲市塩冶町223-8

鳥根大学研究機構戦略的研究推進センター疾病予知予防プロジェクトセンター

^{2*} 鳥根大学医学部環境予防医学

^{3*} 早稲田大学スポーツ科学研究センター

^{4*} 大阪市立大学大学院文学研究科地理学教室

(受付：2013年2月18日)

検討, 医療施設へのアクセシビリティ, 最適な医療施設立地点の算出等に基づく医療供給体制の議論が可能となる⁴⁾。さらに, 近年では, 情報共有・分析プラットフォームとしてWebGISの構築に関する試みも示されている。

筆者らは, GISを活用して生活習慣病患者の受療行動解析を進めてきた²⁾。その結果, 糖尿病患者は, 高血圧症や脂質異常症患者に比べて受療距離が長く, 二次医療圏を越えて通院する傾向を明らかにした。ただし, 二次医療圏内外で糖尿病患者のbody mass index (BMI) や耐糖能に有意な差を認めなかったことから, 糖尿病専門医によるかかりつけ医の診療支援, 治療マニュアルの作成, 疾病や病態に応じた診療情報を提供することで二次医療圏内の既存資源を有効活用できる可能性を示唆した。このように, GISを活用することで住民の受療行動について地理的な広がりを加味した議論が可能になるため, 効率, 効果的な地域医療体制を検討する上での基盤的知見として有益である。

そこで, 本研究では, GISを活用した受療行動の研究成果を客観的に総括することを目的として, 文献的考察を行なった。

研究 方 法

本研究では, 米国国立医学図書館の医学文献データベースPubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>) を用いた。キーワードは,

“health care utilization” に “geographic information systems”, または, “geographic information system” の各語を組み合わせた検索式とした。81件の論文が抽出されたが, レビュー・解説論文6件, 英語以外の論文3件, 定性的研究論文1件, GISの活用に関連しない研究論文2件, 住民・患者の受療行動データを扱っていない論文31件を除く, 38件を分析対象とした (図1)。

結果および考察

1. GIS を活用した受療行動解析の概要

分析対象とした研究論文の発表国, GISの用途, 分析に利用しているデータ等を表1に示す。地域は, アジア (インドを含む)・オセアニアが2件, ヨーロッパが4件, 北アメリカが22件, 南アメリカが2件, 中東・アフリカが8件であった。分析に使用したデータは, 医療施設の受診記録が17件, 行政登録データが6件, 調査データが10件, その他が5件であった。GISの用途は, マッピング (データの見える化) が12件, 直線距離解析及び道路ネットワーク解析 (医療施設への距離・時間の算出) が23件, データベース構築・バッファ作成が7件であった。

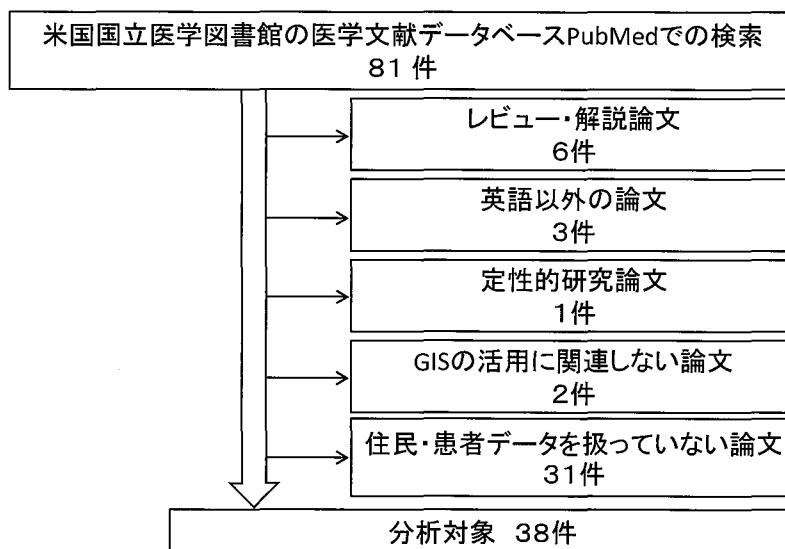


図1. 文献の選択

表1. GISを活用した受療行動解析の概要

筆者	年	データ	分析対象疾患または分析対象者	国	GISの用途
Taylor, et al. ³⁴⁾	2012	医療施設の受診記録	—	アメリカ	直線距離の算出, バッファ作成
Alegana, et al. ²⁹⁾	2012	調査データ	マラリア	ナミビア	道路ネットワーク時間の算出
Tian, et al. ²²⁾	2012	行政機関登録データ	乳がん	アメリカ	道路ネットワーク距離・時間の算出
Kolman, et al. ⁹⁾	2011	医療施設の受診記録	HIV, 性感染症, B型・C型肝炎	アメリカ	マッピング
Hoerster, et al. ³⁵⁾	2011	調査データ	—	アメリカ	直線距離の算出, データ構築
Chen, et al. ³¹⁾	2011	調査データ	妊婦	マラウイ	道路ネットワーク距離・時間の算出
Simoes, et al. ¹⁹⁾	2011	行政機関登録データ	妊産婦	ブラジル	道路ネットワーク距離の算出
Sasaki, et al. ²⁷⁾	2011	調査データ	幼児(2~4歳)の予防接種	ザンビア	道路ネットワーク距離の算出
Bailony, et al. ⁴⁰⁾	2011	行政機関登録データ	小児がん(15歳未満)	パレスチナ	データ構築
Culpepper, et al. ²³⁾	2010	医療施設の受診記録	多発性硬化症	アメリカ	道路ネットワーク時間の算出
Graves, et al. ³⁶⁾	2010	行政機関登録データ	心筋梗塞	アメリカ	直線距離の算出
Brual, et al. ²⁰⁾	2010	医療施設の受診記録・ 調査データ	冠動脈疾患	カナダ	道路ネットワーク距離・時間の算出
Yamashita, et al. ³⁷⁾	2010	行政機関登録データ	心臓病	アメリカ	直線距離の算出
Cudnik, et al. ²¹⁾	2010	医療施設の受診記録	院外心停止	アメリカ	直線, 道路ネットワーク距離の算出
Bazemore, et al. ⁵⁾	2010	医療施設の受診記録	慢性疾患	アメリカ	マッピング
Dulin, et al. ⁷⁾	2010	医療施設の受診記録	—	アメリカ	マッピング
Bazemore, et al. ¹⁶⁾	2010	医療施設の受診記録	—	アメリカ	マッピング
Dulin, et al. ⁸⁾	2010	医療施設の受診記録	—	アメリカ	マッピング
Barcellos, et al. ¹¹⁾	2009	行政機関登録データ	HIV	ブラジル	マッピング・データ構築
Jones, et al. ³³⁾	2010	医療施設の受診記録	—	アメリカ	直線, 道路ネットワーク距離の算出
Nair, et al. ²⁵⁾	2010	医療施設の受診記録	乳房縮小術	イギリス	道路ネットワーク距離・時間の算出
Schuurman, et al. ²⁴⁾	2009	医療施設の受診記録	外傷	カナダ	道路ネットワーク時間の算出
Rajasekaran., et al. ¹⁰⁾	2009	医療施設の受診記録	HIV	インド	マッピング
Sheen, et al. ²⁶⁾	2009	医療施設の受診記録	眼疾患	イギリス	道路ネットワーク距離・時間の算出
Hiscock, et al. ¹⁸⁾	2008	調査データ	—	ニュージーランド	道路ネットワーク時間の算出
Murday, et al. ¹²⁾	2008	医療施設の受診記録	—	アメリカ	マッピング
Borrell, et al. ¹⁴⁾	2006	医療施設の受診記録	歯科疾患	アメリカ	マッピング
Zlotnick, et al. ⁴¹⁾	2007	医療施設の受診記録・ 調査データ	—	アメリカ	データ構築

Choi, et al. ⁶⁾	2006	医療施設の受診記録	中毒, 気管支喘息, 神経症状	アメリカ	マッピング・パフファの作成
Littenberg, et al. ¹⁷⁾	2006	調査データ	2型糖尿病	アメリカ	道路ネットワーク距離の算出
Jean-Baptiste, et al. ¹⁵⁾	2005	医療施設の受診記録	腎疾患	フランス	マッピング
Ndiritu, et al. ²⁸⁾	2006	医療施設の受診記録・調査データ	予防接種	ケニア	道路ネットワーク距離の算出
Fone, et al. ³⁰⁾	2006	調査データ	事故, 外傷, 中毒症状等	イギリス	直線, 道路ネットワーク距離の算出
Tanser, et al. ³²⁾	2006	調査データ	—	南アフリカ	受療時間の算出
Heard, et al. ³⁸⁾	2004	調査データ	リプロダクティブヘルス	マラウイ	直線距離の算出
Noor, et al. ³⁰⁾	2003	調査データ	マラリア	ケニア	直線, 道路ネットワーク距離の算出
Plescia, et al. ⁴²⁾	2001	医療施設の受診記録・調査データ	生活習慣病, 感染症, 外傷等	アメリカ	データ構築
Phillips, et al. ¹³⁾	2000	医療施設の受診記録・調査データ	—	アメリカ	マッピング

注) 明確な記述や特定の疾患を対象としていない (外来患者, 救急患者等) 場合は「—」と記載

2. GISの活用方法

(1) マッピング

表2にGISを用いたマッピングの研究報告を示す。本稿でマッピングとは、患者や医療施設住所地を地図上に表現することで地理的な分布を理解すること、または参照空間単位内(郡, 国勢統計区, 郵便番号区等)の状況(平均値, 中央値や割合等)を地図上に表現して地理的な分布や相関関係を理解することを意味する。

患者や医療施設の所在地(ポイントデータ)を活用した研究として Bazemore らは、クリニックの移転(6.4マイル北東方向への移転)が生活習慣病治療者の受療行動に及ぼす影響の視覚的な把握を試みている⁵⁾。移転前後の医療施設所在地, 及び受診者住所地を同一地図上に示し移転に伴う受診者の変化を議論している。Choi らは、環境リスクが健康に及ぼす影響を検討することを目的として、呼吸器疾患で通院中の患者住所地, 医療施設所在地, 幹線道路, 鉄道, 空気排出源(air emission site)等を地図上に示し, これらの環境リスクと健康問題がオーバーラップしている現状を議論している⁶⁾。

空間参照単位内の現状を議論した研究として Dulin らは、地域医療提供体制の再構築の観点より, 国勢統計区(census tracts)単位で医療施設受診率, 人口密度, 社会経済的要因等の多様な要因でマッピングし, 医療提供体制を改善すべき地区を議論している^{7,8)}。Kolman らは, 郡(county)内のhuman immunodeficiency virus(HIV)による医療施設受診者の地理的な広がりや時系列変化, 及びHIVと性感染症やB型肝炎, C型肝炎の重複感染の現状を国勢ブロックグループ(census block groups)単位で示し, これらの疾患に対して統合した地域ケアの必要性を論じている⁹⁾。同様に, Rajasekaran らは, HIVによる医療施設受診者の地理的, 時系列変化を地区(districts)単位で示し, HIV検査で陽性反応を示した子どもが特定地区で増加傾向にあることを警告している¹⁰⁾。また, Barcellos らの研究では, プライ

表 2. GIS を活用したマッピングに関する研究

筆者	年	GIS の用途	GIS ソフト
Kolman, et al. ⁹⁾	2011	郡 (county) 内の HIV による医療施設受診者の空間的広がりや時系列変化, 重複感染の現状を探索的に検討。	ArcGIS
Bazemore, et al. ⁵⁾	2010	クリニックの移転に伴う患者の受療行動の変化を視覚的に検討。	Health Center Mapping
Dulin, et al. ⁷⁾	2010	受療行動, 人口密度, 社会経済的要因等の多様な要因の見える化を通して医療提供体制の改善が必要な地区を検討。	ArcGIS
Bazemore, et al. ¹⁶⁾	2010	受療行動をマッピングすることを通して, 各医療施設が果たす役割や位置づけを検討。	ArcGIS
Dulin, et al. ⁸⁾	2010	健康計画 (health plan) 作成の基礎的資料として, 受療行動, 人口密度, 社会経済的要因等の多様な要因の見える化と医療提供体制の改善が必要な地区を選定。	ArcGIS
Barcellos, et al. ¹¹⁾	2009	HIV 母子感染における医療提供体制のあり方, 及び HIV と社会経済的要因との関係を視覚的に検討。	—
Rajasekaran, et al. ¹⁰⁾	2009	HIV による医療施設受診者の空間的, 時系列的変化を視覚的に検討。	MapInfo
Murday, et al. ¹²⁾	2008	受療行動, 医療資源, 社会経済的要因のマッピングを通して優先的に改善が必要な郡 (county) を検討。	—
Borrell, et al. ¹⁴⁾	2006	医療施設へのアクセシビリティやその障害を受療行動, 社会経済的要因, 交通網, 医療資源, 人種等の多様な要因のマッピングに基づき検討。	ArcGIS
Choi, et al. ⁶⁾	2006	外来患者の健康問題 (気管支喘息等) と環境リスク (道路網等) の関係性を視覚的に検討。	ArcGIS
Jean-Baptiste, et al. ¹⁵⁾	2005	腎疾患患者の空間的, 経時的な傾向を把握し, 専門家の意思決定に有益な情報提供が可能な GIS ツールを開発。	SIGNe
Phillips, et al. ¹³⁾	2000	医療施設の配置と住民のヘルスニーズの関係を視覚的に検討。	ArcGIS

注) 明確な記述がない場合は「—」と記載

マリケア (primary care) 単位での HIV 母子感染の割合と社会経済的要因との関連をマッピングに基づき議論している。その結果、平均所得が低い地域で HIV 母子感染割合が必ずしも高くない現状を示し、個別訪問やカウンセリング等の出産前ケアの重要性を考察している¹¹⁾。Murday らは、郡 (county) を単位として患者割合、医療資源、社会経済的要因を見える化し、優先的にプライマリケアの改善が必要と考えられる郡 (county) の抽出とその対応策の議論を行なっている¹²⁾。

さらには、ポイントデータと参照空間単位内のデータを活用して、地域医療の政策評価や適正配置に関する検討が報告されている。Phillips らは、国勢ブロックグループ (census block groups) で医療ニーズを見える化し、介入後の医療施設受診者の居住地を重ね合わせることで、ターゲット地域からの受診状況の評価を行なっている¹³⁾。Borrell らは、受診者住所地、医療施設所在地、国勢統計区 (census tracts) の社会経済的要因、人種、交通網を地図上で重ね合わせ、全体的な受療動向に加えて医療施設へのアクセシビリティの低下を生み出している要因について多面的な議論を行なっている¹⁴⁾。Jean-Baptiste らは、腎疾患の地理的、時系列変化を把握し、医療提供体制の構築に関する意思決定に有益な情報提供を目指した Web-GIS に関する成果を報告している。具体的には、患者データを集約し、地図上に住所地进行をマッピングするとともに医療施設所在地と直線で結び、医療施設のキャッチメントエリアの見える化を行なっている¹⁵⁾。さらに、Bazemore らは、患者の受療動向のマッピングを通して、各医療施設の分析対象地域における役割や位置づけを論じている¹⁶⁾。

(2) 直線、道路ネットワーク距離・時間

表 3 に GIS を用いた直線、道路ネットワーク距離・時間の算出に関する研究報告を示す。本稿で道路ネットワーク距離・時間は、任意の 2 地点間 (出発点・到着点) を道路ネットワーク上で移動する際の最短経路距離・時間を意味する。したがって、医療資源の利用しやすさを

議論するアクセシビリティの指標として有用であるため⁴⁾、治療方針や受診頻度、治療成績等との関連が報告されている。たとえば、Littenberg らは、患者住所地と医療施設の道路ネットワーク距離を算出し、医療施設への近接性が 2 型糖尿病治療におけるインスリン使用と関係していると報告している¹⁷⁾。Hiscock らは、国勢メッシュブロック (census meshblocks) の人口重心点 (population-weighted centroid) と最寄り医療施設の道路ネットワーク上の移動時間を算出し、都市部に比べて農村部では医療施設までの時間の長さが受診抑制につながっている現状を示唆している¹⁸⁾。Simoes らは、産科医療におけるアクセシビリティを議論し、患者住所地と医療施設所在地までの道路ネットワーク距離が長い場合で妊産婦の死亡につながる傾向を示している¹⁹⁾。また、Brual らは、心臓リハビリテーションのアクセシビリティを道路ネットワークに基づき検討し、患者住所地から医療施設の郵便番号 (postal codes) 区画への移動時間の長さがリハビリテーションへの参加に影響を及ぼすことを示している²⁰⁾。一方で、Cudnik らは、心停止患者について医療施設までの道路ネットワーク距離と生存との関係を議論し、必ずしも搬送距離が重要ではなく、どのような医療施設に搬送したかを考慮すべきであると論じている²¹⁾。Tian らは、国勢統計区中心点 (census tract centroid) と最寄りのマンモグラフィ施設までの道路ネットワーク距離・時間を算出し、アクセシビリティが必ずしも人種間で共通した乳がん死亡のリスクとは言えないと報告している²²⁾。

住民の受療行動を明らかにする試みは、医療資源配置に関する意思決定支援においても有益である。Culpepper らは、多発性硬化症治療者の通院時間を道路ネットワークに基づき算出し、多くの患者が最寄り医療施設まで 2 時間を要する現状を指摘するとともに医療施設の新規配置に基づく通院時間の短縮効果を論じている²³⁾。同様の議論は、外傷性障害でのドクターヘリの適正配置²⁴⁾、プライマリケアの平等性の評価で行なわれている^{25,26)}。また、こうした

表 3. GIS を活用した直線, 道路ネットワーク距離・時間に関する研究

筆者	年	GIS の用途	GIS ソフト
Taylor, et al. ³⁴⁾	2012	患者住所地と医療施設所在地の直線距離の算出。	ArcGIS
Alegana, et al. ²⁹⁾	2012	ラスターデータのセルの代表点と医療施設までの道路ネットワーク時間の算出。	ArcGIS
Tian, et al. ²²⁾	2012	国勢統計区中心点 (census tract centroid) と最寄りマンモグラフィ施設所在地の道路ネットワーク距離・時間の算出。	ArcGIS
Hoerster, et al. ³⁵⁾	2011	職場から最寄り医療施設までの直線距離の算出。	ArcGIS
Chen, et al. ³¹⁾	2011	助産師の住所地から最寄り医療施設所在地の道路ネットワーク距離の算出。	ArcGIS
Simoës, et al. ¹⁹⁾	2011	患者住所地と医療施設所在地の道路ネットワーク距離の算出。	TransCAD
Sasaki, et al. ²⁷⁾	2011	対象者住所地と医療施設・GMP+ (JICA 医療拠点) 所在地の道路ネットワーク距離の算出。	ArcGIS
Culpepper, et al. ²³⁾	2010	患者住所地の郵便番号点と医療施設所在地の道路ネットワーク時間の算出。	ArcGIS
Graves, et al. ³⁶⁾	2010	郡 (county) の人口重心点 (population-weighted centroid) と医療施設所在地の直線距離の算出。	ArcGIS
Brual, et al. ²⁰⁾	2010	患者住所地と医療施設の郵便番号点の道路ネットワーク時間の算出。	Microsoft Map Point 2006
Yamashita, et al. ³⁷⁾	2010	郡 (county) 内のラスターセルの代表点と医療施設の直線距離の算出。	—
Cudnik, et al. ²¹⁾	2010	国勢統計区人口重心点 (population-weighted centroid of the census tract) と医療施設所在地の直線距離, 道路ネットワーク距離の算出。	ArcGIS
Jones, et al. ³³⁾	2010	患者住所地, 及び郵便番号区画中心点 (zip code centroid) と医療施設所在地の直線距離, 道路ネットワーク距離の算出。	—
Nair, et al. ²⁵⁾	2010	患者住所地の郵便番号点と医療施設の道路ネットワーク距離, 時間の算出。	ArcGIS
Schuurman, et al. ²⁴⁾	2009	患者住所地, または外傷場所 (street intersection) の郵便番号点と医療施設所在地の道路ネットワーク時間の算出。	ArcGIS
Sheen, et al. ²⁶⁾	2009	患者住所地の郵便番号点と医療施設の道路ネットワーク距離, 時間の算出。	—
Hiscock, et al. ¹⁸⁾	2008	国勢調査メッシュブロック (meshblock) 人口中心点 (population-weighted centroid) と最寄り医療施設, 薬局所在地の道路ネットワーク時間を算出。	—
Littenberg, et al. ¹⁷⁾	2006	患者住所地と医療施設所在地の道路ネットワーク距離の算出。	ArcGIS
Ndiritu, et al. ²⁸⁾	2006	患者住所地と最寄り医療施設所在地の最短距離 (shortest distance) の算出。	ArcGIS
Fone, et al. ³⁹⁾	2006	国勢調査区分 (census output area) の人口中心点 (population-weighted centroid) と医療施設の道路ネットワーク時間の算出。	MapInfo

患者と医療施設の公共交通機関での時間（道路ネットワークに基づく）、徒歩での時間（直線距離に基づく）を算出。

2006

Tanser, et al.³²⁾

患者居住地街区と最寄り医療施設所在地の直線距離を算出。

2004

Heard, et al.³⁹⁾

国勢調査の最小単位区分（enumeration area：the smallest census unit）と最寄り医療施設所在地の直線距離を算出。

2003

Noor, et al.³⁰⁾

ArcGIS

ArcGIS

注) 明確な記述がない場合は「—」と記載

GISによる医療資源の適正配置に関するアクセシビリティの議論は、発展途上国で多くの研究が行なわれている。Sasaki, Ndirituらは、子どもの予防接種に関して、居住地と最寄りの医療施設までの距離の長さが適時的な予防接種を受ける上での障害になっている可能性を示唆している^{27,28)}。Alegana, Noor, らは、最寄り医療施設までの距離の改善が小児マラリア治療における適切な受療行動の促進に重要であることを報告している^{29,30)}。さらにChenらは、妊婦を対象として最寄り医療施設までの時間を算出し、平均で約2時間を要すること、交通手段を利用する際の金銭面の負担が医療施設での出産を選択する上での障害になっていると考察している³¹⁾。同様に、Tanserらは、発展途上国における都市部と農村部の医療供給体制の評価をアクセシビリティの観点より検討し、農村部は都市部に比べて最寄り医療施設までの時間が約4倍であると報告している³²⁾。このように、GISを用いることで医療資源の必要性や、配置・再配置のあり方を医療ニーズに基づき議論することが可能となる。

さらに、近年では、受療行動解析の方法論も議論され始めている。Jonesらは、2地点間を結ぶ直線距離と道路ネットワーク距離、住所地と住所地の代理代表点（例：郵便番号区画の人口重心点）の組合せに基づき検討を行なっている³³⁾。その結果、都市部、農村部の両方で直線距離は道路ネットワーク距離に比べて短いことを指摘している。本稿の多くの先行研究でも、道路ネットワーク上の距離や時間による議論が行なわれているが、2地点間の直線距離に基づく議論も場合によって有用であるとの報告もある³⁴⁻³⁸⁾。具体的に、発展途上国では、道路網が十分に整備されていないため、2地点間の直線距離に基づく議論が必要であると指摘されている³²⁾。したがって、アクセシビリティの評価に際しては、分析対象集団の生活環境や生活様式を考慮することが重要である。

また、Jonesらの研究は、GISを活用した研究でのプライバシー保護への示唆を提起している。患者住所地は、個人が特定される可能性が

あるため代表点を基点とした解析が行なわれている一方で、分析での空間面積が非常に大きな場合に注意が必要である。実際、住所地の代理変数を用いた場合には実際の住所地に比べて2地点の距離が長いことも報告されている³³⁾。そうした中で、Foneらは、認知的なアクセシビリティ変数とGISで算出したアクセシビリティ変数の関連を検証している。その結果、最寄り救急医療施設までの認知的なアクセシビリティと道路ネットワーク距離・時間に相関関係が認められたと報告している³⁹⁾。今後は、我が国においても同様に測定方法や見える化について検討が必要と考える。

(3) データベース構築・バッファの作成

表4にGISを用いたデータベース構築、バッファ作成の研究報告を示す。GISは、マッピングや解析に加えてデータベース構築における利便性が特徴の一つである。Bailonyらは、小児がん登録者の地理的、時系列的パターンを検討するため、患者住所地(ポイントデータ)をローカリティ(locality)単位へ集約している⁴⁰⁾。Barcellosらは、個人データ(HIV陽性の妊婦または子ども)をプライマリケア(primary care)単位で集約し、かつ社会経済的要因に関するデータとの突合を図り、HIVの母子感染と社会経済的要因との関連について分析を行なっている¹¹⁾。同様に、Zlotnickは、患者住所地と国勢統計区(census tracts)データとの突合を図り、受診に影響を及ぼす要因解析を行なっている⁴¹⁾。また、Hoerster, Plesciaらは、インタビュー調査データと調査対象者の居住地域データの突合を行ない、医療ニーズの地域診断に関する解析用データの構築を行なっている^{35, 42)}。

その他のGIS活用例としては、バッファの作成があげられる。バッファとは、「個人や医療施設を示すポイントデータ、道路網や鉄道網を示すラインデータ、調査区や自治会など地理的な空間範囲を示すポリゴンデータからの等距離圏の領域」を意味しており、サービス圏の議論において有用である⁴⁾。Choiらは、呼吸器疾患での通院患者と環境リスクの影響を考察する

表4. GISを活用したデータベース構築・バッファの作成に関する研究

筆者	年	GISの用途	GISソフト
Taylor, et al. ³⁴⁾	2012	医療施設配置の効率性をバッファによって明らかにするとともに、医療施設の統合によるアクセシビリティの改善効果を検討。	ArcGIS
Hoerster, et al. ³⁵⁾	2011	分析対象者と医療施設の位置情報を空間結合によって郡(county)単位へ集約し、かつ、その他の郡(county)単位のデータとの結合を実施。	ArcGIS
Bailony, et al. ⁴⁰⁾	2011	小児がんの空間的、時系列的パターンを明らかにするため、患者の住所地に基づきローカリティ(locality)単位に集約。	SatScan
Barcellos, et al. ¹¹⁾	2009	プライマリヘルスケア単位でのエコロジカル研究(ecological study)に有用なデータセットを構築。	—
Zlotnick, et al. ⁴¹⁾	2007	分析対象者の住所地と医療過疎地(medically underserved areas)を突合。	MapInfo
Choi, et al. ⁶⁾	2006	空気排出源(air emission site)やバス路線網からのバッファを作成。	ArcGIS
Plescia, et al. ⁴²⁾	2001	インタビュー調査データと調査対象者の居住地域データを突合。	ArcGIS

(注) 明確な記述がない場合は「—」と記載

ため空気排出源 (Air emission site), バス路線網から半径0.1マイルのバッファを作成し喘息や呼吸障害との関係を示している⁶⁾。また, Taylorらは, 各医療施設から半径6マイルのバッファを作成し, 分析対象地域内の配置が非効率である現状を示すとともに, 医療施設の統合によるアクセシビリティの改善効果を論じている³⁴⁾。

結 語

本研究では, GISを活用した受療行動解析の文献的考察を行なった。こうした視点は, 中山間地域の医療提供体制の議論においても有益と考えられる。中山間地域の医療体制は, 経営の不採算性や医師不足などを背景に診療科や病棟の縮小, 閉鎖が余儀なくされている。したがって, 住民の医療ニーズに基づいた地域医療計画の確立が緊急の課題であり, そのためには住民の受療行動を明らかにすることが必要である。本稿で示した先行研究では, 小児医療, 救急医療を対象とした研究成果が多く報告されていたが, 我が国の中山間地域の少子, 高齢化の現状を鑑みると生活習慣病の受療行動に関する研究の進展が望まれる。

本研究は, 平成24年度厚生労働科学研究費補助金 (地球規模保健課題推進研究事業) 「ソーシャル・キャピタルを活用した保健医療福祉ネットワークの構築—震災復興の効果的推進に向けて (研究代表者: 島根大学・濱野強)」の一環として実施した。

文 献

- 1) 島根県. 島根県保健医療計画. 2008.
- 2) 濱野 強, 木村義成, 武田美輪子, 他. 中山間地域における地理情報システム (Geographic Information System) を用いた生活習慣病の受療行動解析. 日農医誌 2011; 60(4): 516—526.
- 3) 高橋重雄, 井上 孝, 三条和博, 他編. 事例で学ぶ GIS と地域分析. 東京: 古今書院, 2005.
- 4) 中谷友樹, 谷村 晋, 二瓶直子, 他編. 保健医療のための GIS. 東京: 古今書院, 2004.
- 5) Bazemore A, Diller P, Carrozza M. The impact of a clinic move on vulnerable patients with

- chronic disease: a Geographic Information Systems (GIS) analysis. *J Am Board Fam Med.* 2010; 23(1): 128—130.
- 6) Choi M, Afzal B, Sattler B. Geographic information systems: a new tool for environmental health assessments. *Public Health Nurs.* 2006; 23(5): 381—391.
- 7) Dulin MF, Ludden TM, Tapp H, et al. Geographic Information Systems (GIS) demonstrating primary care needs for a transitioning hispanic community. *J Am Board Fam Med.* 2010; 23(1): 109—120.
- 8) Dulin MF, Ludden TM, Tapp H, et al. Using Geographic Information Systems (GIS) to understand a community's primary care needs. *J Am Board Fam Med.* 2010; 23(1): 13—21.
- 9) Kolman M, DeCoster M, Proeschold-Bell RJ, et al. The increasing impact of human immunodeficiency virus infections, sexually transmitted diseases, and viral hepatitis in Durham County, North Carolina: a call for coordinated and integrated services. *N C Med J.* 2011; 72(6): 439—446.
- 10) Rajasekaran S, Jeyaseelan L, Raja K, et al. Demographic & clinical profile of HIV infected children accessing care at Tambaram, Chennai, India. *Indian J Med Res.* 2009; 129(1): 42—49.
- 11) Barcellos C, Acosta LM, Lisboa E, et al. Surveillance of mother-to-child HIV transmission: socioeconomic and health care coverage indicators. *Rev Saude Publica.* 2009; 43(6): 1006—1014.
- 12) Murday DE, Corley EA. Using health data to focus philanthropy on critical needs. *N C Med J.* 2008; 69(2): 146—150.
- 13) Phillips RL Jr, Kinman EL, Schnitzer PG, et al. Using geographic information systems to understand health care access. *Arch Fam Med.* 2000; 9(10): 971—978.
- 14) Borrell LN, Northridge ME, Miller DB, et al. Oral health and health care for older adults: a spatial approach for addressing disparities and planning services. *Spec Care Dentist.* 2006; 26(6): 252—256.
- 15) Jean-Baptiste R, Toubiana L, Le Mignot L, et al. A Web-based GIS for health care decision-support. *AMIA Annu Symp Proc.* 2005: 365—369.
- 16) Bazemore A, Phillips RL, Miyoshi T. Harnessing Geographic Information Systems (GIS) to enable community-oriented primary care. *J Am*

- Board Fam Med. 2010 ; 23(1) : 22—31.
- 17) Littenberg B, Strauss K, MacLean CD, et al. The use of insulin declines as patients live farther from their source of care : results of a survey of adults with type 2 diabetes. *BMC Public Health*. 2006 ; 6 : 198.
 - 18) Hiscock R, Pearce J, Blakely T, et al. Is neighborhood access to health care provision associated with individual-level utilization and satisfaction? *Health Serv Res*. 2008 ; 43(6) : 2183—2200.
 - 19) Simoes PP, Almeida RM. Geographic accessibility to obstetric care and maternal mortality in a large metropolitan area of Brazil. *Int J Gynaecol Obstet*. 2011 ; 112(1) : 25—29.
 - 20) Bruhal J, Gravely-Witte S, Suskin N, et al. Drive time to cardiac rehabilitation : at what point does it affect utilization? *Int J Health Geogr*. 2010 ; 9 : 27.
 - 21) Cudnik MT, Schmicker RH, Vaillancourt C, et al. A geospatial assessment of transport distance and survival to discharge in out of hospital cardiac arrest patients : Implications for resuscitation centers. *Resuscitation*. 2010 ; 81(5) : 518—523.
 - 22) Tian N, Goovaerts P, Zhan FB, et al. Identifying risk factors for disparities in breast cancer mortality among African-American and Hispanic women. *Womens Health Issues*. 2012 ; 22(3) : e267—e276.
 - 23) Culpepper WJ 2nd, Cowper-Ripley D, Litt ER, et al. Using geographic information system tools to improve access to MS specialty care in Veterans Health Administration. *J Rehabil Res Dev*. 2010 ; 47(6) : 583—591.
 - 24) Schuurman N, Bell NJ, L'Heureux R, et al. Modelling optimal location for pre-hospital helicopter emergency medical services. *BMC Emerg Med*. 2009 ; 9 : 6.
 - 25) Nair S, Richardson EA, Thompson WR, et al. The influence of geography on uptake of plastic surgery services - analysis based on bilateral breast reduction data. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2010 ; 63(4) : 666—672.
 - 26) Sheen NJ, Fone D, Phillips CJ, et al. Novel optometrist-led all Wales primary eye-care services : evaluation of a prospective case series. *Br J Ophthalmol*. 2009 ; 93(4) : 435—438.
 - 27) Sasaki S, Igarashi K, Fujino Y, et al. The impact of community-based outreach immunisation services on immunisation coverage with GIS network accessibility analysis in peri-urban areas, Zambia. *J Epidemiol Community Health*. 2011 ; 65(12) : 1171—1178.
 - 28) Ndiritu M, Cowgill KD, Ismail A, et al. Immunization coverage and risk factors for failure to immunize within the Expanded Programme on Immunization in Kenya after introduction of new *Haemophilus influenzae* type b and hepatitis b virus antigens. *BMC Public Health*. 2006 ; 6 : 132.
 - 29) Alegana VA, Wright JA, Pentrina U, et al. Spatial modelling of healthcare utilisation for treatment of fever in Namibia. *Int J Health Geogr*. 2012 ; 11 : 6.
 - 30) Noor AM, Zurovac D, Hay SI, et al. Defining equity in physical access to clinical services using geographical information systems as part of malaria planning and monitoring in Kenya. *Trop Med Int Health*. 2003 ; 8(10) : 917—926.
 - 31) Chen SC, Wang JD, Yu JK, et al. Applying the global positioning system and google earth to evaluate the accessibility of birth services for pregnant women in northern Malawi. *J Midwifery Womens Health*. 2011 ; 56(1) : 68—74.
 - 32) Tanser F, Gijsbertsen B, Herbst K. Modelling and understanding primary health care accessibility and utilization in rural South Africa : an exploration using a geographical information system. *Soc Sci Med*. 2006 ; 63(3) : 691—705.
 - 33) Jones SG, Ashby AJ, Momin SR, et al. Spatial implications associated with using Euclidean distance measurements and geographic centroid imputation in health care research. *Health Serv Res*. 2010 ; 45(1) : 316—327.
 - 34) Taylor DM, Yeager VA, Ouimet C, et al. Using GIS for administrative decision-making in a local public health setting. *Public Health Rep*. 2012 ; 127(3) : 347—353.
 - 35) Hoerster KD, Mayer JA, Gabbard S, et al. Impact of individual-, environmental-, and policy-level factors on health care utilization among US farmworkers. *Am J Public Health*. 2011 ; 101(4) : 685—692.
 - 36) Graves BA. Access to cardiac interventional services in Alabama and Mississippi : a geographical information system analysis. *Perspect Health Inf Manag*. 2010 ; 7. pii : 1b.
 - 37) Yamashita T, Kunkel SR. The association between heart disease mortality and geographic access to hospitals : county level comparisons in Ohio, USA. *Soc Sci Med*. 2010 ; 70(8) : 1211—

- 1218.
- 38) Heard NJ, Larsen U, Hozumi D. Investigating access to reproductive health services using GIS : proximity to services and the use of modern contraceptives in Malawi. *Afr J Reprod Health*. 2004 ; 8(2) : 164—179.
- 39) Fone DL, Christie S, Lester N. Comparison of perceived and modelled geographical access to accident and emergency departments : a cross-sectional analysis from the Caerphilly Health and Social Needs Study. *Int J Health Geogr*. 2006 ; 5 : 16.
- 40) Bailony MR, Hararah MK, Salhab AR, et al. Cancer registration and healthcare access in West Bank, Palestine : a GIS analysis of childhood cancer, 1998-2007. *Int J Cancer*. 2011 ; 129(5) : 1180—1189.
- 41) Zlotnick C. Community- versus individual-level indicators to identify pediatric health care need. *J Urban Health*. 2007 ; 84(1) : 45—59.
- 42) Plescia M, Koontz S, Laurent S. Community assessment in a vertically integrated health care system. *Am J Public Health*. 2001 ; 91(5) : 811—814.

A Review of Literature Analyzing Healthcare Utilization by Use of Geographic Information Systems

Tsuyoshi HAMANO^{*,2*}, Miwako TAKEDA^{*,2*}, Naomi Kawakami^{3*},
Yoshinari KIMURA^{4*}, Masayuki YAMASAKI^{*,2*} and Kuninori SHIWAKU^{*,2*}

The establishment of a sustainable healthcare system based on residents' needs is an urgent issue in a rural region. For this purpose, considering the structure of a healthcare system, such as the numbers of beds, doctors, and nurses is important. In addition, the study of healthcare utilization using the data gathered through geographic information systems (GIS) would be very helpful in building such a healthcare system. In Japan, however, there are few published studies available on how health services are utilized. The aim of this paper was to review articles of GIS research on healthcare utilization. We conducted a systematic search of published peer-reviewed literature on PubMed. We found 38 articles that satisfied our inclusions criteria for review. Of them, 12 articles had a map for understanding health needs or demands, 23 articles carried analyses of distance and time for health utilizations, and seven articles had a buffer or database for analyses of healthcare utilization. Most of these articles have dealt with pediatric care and emergency care. Given the aging population in a rural region, we concluded that a more evidence-based approach should be taken to rural health focussing on lifestyle-related diseases.

* *Organisation for the Promotion of Project Research (COHRE), Shimane University, Shimane, Japan*

^{2*} *Dept. of Environmental and Preventive Medicine, Shimane University School of Medicine*

^{3*} *Waseda Institute of Sport Sciences, Waseda University*

^{4*} *Dept. of Geography, Graduate School of Literature and Human Sciences, Osaka City University*