

論 策

全国各市区町村の人口重心と中核病院小児科・地域小児科センターとの最短距離

広島国際大学医療経営学部

江 原 朗

要 旨

【目的】地域における小児専門医療の中心となる「中核病院小児科・地域小児科センター」のリストが平成 25 年 11 月に日本小児科学会の会員専用ホームページ上に公開されており、各市区町村の代表的な地点から最も近い中核病院小児科・地域小児科センターまでの距離を明らかにして、利便性を検討する。

【方法】1,901 の市区町村の人口重心（住民の居住地の緯度・経度の平均）と 501 の中核病院小児科・地域小児科センターとの距離を緯度・経度の差から計算し、市区町村ごとにその最小値を求める。

【結果】最も近い中核病院小児科・地域小児科センターまでの距離の中央値は 11.22km であった。市区町村の人口規模別に中央値を見ると、20 万以上 30 万人未満が 1.79km と最も短く、1 万未満が 27.78km と最も長かった。地方ごとに中央値を見ると、最短は近畿の 4.49km であり、最長は北海道の 38.20km であった。中核病院小児科・地域小児科センターからの圏域の広さによる 15 歳未満人口のカバー率は、5km 圏内 65.2%、10km 圏内 82.5%、20km 圏内 92.8%、30km 圏内 96.8%、50km 圏内 99.2% であった。

【結論】全国の 15 歳未満の小児の 90% は中核病院小児科・地域小児科センターから 20km 圏内、99% は 50km 圏内に居住したが、少数ではあってもアクセスが十分ではない小児もおり、受診環境の整備が必要である。

キーワード：中核病院小児科，地域小児科センター，アクセス，地理情報システム，球面三角法

はじめに

二次医療圏に 1 か所ないし数か所の「地域小児科センター」を整備し、これを地域における小児専門医療の中心に育てる必要があるとして、平成 25 年 11 月に「中核病院小児科・地域小児科センター」のリストが日本小児科学会の会員専用ホームページ上に公開されている¹⁾²⁾。平成 24 年に DPC 集計対象病院に入院した熱性けいれん患者の 82%、川崎病患者の 80% が地域小児科センターへの入院であったことを筆者は明らかにしたが³⁾、患者アクセスに関する十分な知見は現時点では存在していない。

一方、現在は GIS (地理情報システム) が発達し、都道府県、市町村、町丁目、番地のレベルまで緯度・経度に関するデータを入手することができる⁴⁾。たしかに、道路状況や天候の影響があるため、受診にかかる移動時間を正確に予測することは難しい。しかし、居住地と医療機関の緯度・経度が判明すれば両者の間の

直線距離は正確に計算できる。

また、小児に限定はされていないが、各市区町村の人口重心（居住地の緯度・経度の平均）が計算され、総務省統計局のホームページ上に掲載されている⁵⁾。

そこで、各市区町村の人口重心ともっとも近い中核病院小児科・地域小児科センターとの距離を計算し、患者アクセスの指標を求めることにした。

方 法

中核病院小児科・地域小児科センターのリストは日本小児科学会のホームページから引用した¹⁾。なお、平成 26 年に全国の各消防本部が 18 歳未満の患者を最も多く搬送した医療機関名⁶⁾と中核病院小児科・地域小児科センターの名称との突合を行った結果、平日日中では 7.0%、日曜日中では 7.6%、平日・日曜夜間では 9.5% の最多搬送医療機関が中核病院小児科（専門型、総合型の両者を含む）であり、平日日中では 43.9%、日曜日中では 44.5%、平日・日曜夜間では 50.2% が地域小児科センターであった。それ以外の最多搬送機関に関しては公立・公的である小規模な病院や休日夜間急患センターであった。なお、中核病院小児科が地域の小児の最多搬送医療機関となる地域もあり、これらの

(平成 28 年 3 月 24 日受付) (平成 28 年 7 月 25 日受理)

別刷請求先：(〒730-0016) 広島市中区鞆町1-5

広島国際大学医療経営学部 江原 朗

E-mail: a-ehara@hw.hirokoku-u.ac.jp

中核病院小児科は2次医療に参画している可能性が高い。そこで、距離測定に関しては、中核病院小児科と地域小児科センターの区別はせずに距離解析を行うことにした。医療機関の所在地は、北海道、東北、関東・信越、東海・北陸、近畿、中国・四国、四国(支)、九州の各厚生局のホームページに掲載されたコード内容別医療機関一覧表(平成28年2月28日現在値)から引用した。なお、中核病院小児科・地域小児科センターのリストとコード内容別医療機関一覧表における医療機関名が異なる場合には、両者の医療機関名をインターネットで検索して新旧名称の突合を行った。人口重心(居住地の緯度・経度の平均)については、政令指定都市は区ごと、その他は市町村ごとに解析を行うことにした⁵⁾。なお、人口重心は基本単位区(全国を約200万の区域に分割)の人口を基に計算されているが、年齢区分ごとの値は示されていない。また、基本単位区ごとの15歳未満人口も公表されていない。このため、全年齢層と15歳未満との間で人口重心に差がないと仮定して解析を行うことにした。

各医療機関の所在地の緯度・経度への変換は、東京大学空間情報科学研究センターが提供するCSVアドレスマッチングサービス⁴⁾を用いた。緯度・経度への変換形式は、世界測地系・全国街区レベル(〇〇市〇〇町〇〇番地のデータから緯度・経度を算出。番地より下の〇〇号のデータは含まれない)とした。

1,901市区町村の人口重心と501の中核病院小児科・地域小児科センターとの間の距離を緯度・経度の差から計算し(952,401回:1,901×501)、その最小値を市区町村ごとに求めた。計算方法は球面三角法とした⁷⁾。平面上の距離は、直角三角形の三平方の定理から、(距離)²=(緯度の差×緯度1度の距離)²+(経度の差×経度1度の距離)²の式から求められる。しかし、地球上は球面であるため、さらに球面三角法により距離の補正を行う必要が生じるためである。距離の計算式は以下のとおりである。

(距離)=地球の半径(6,378.140km)×acos[sin(人口重心の緯度)×sin(医療機関の緯度)+cos(人口重心の緯度)×cos(医療機関の緯度)×cos(人口重心と医療機関の経度の差の絶対値)]。

なお、952,401回の距離計算における(三平方の定理により算出した距離)/(球面三角法により算出した距離)の比は、最大値が1.053、最小値が0.950であり、計算法による両者の極端な乖離を認めなかった。

市区町村を管轄人口規模(1万未満、1万以上3万未満、3万以上5万未満、5万以上10万未満、10万以上20万未満、20万以上30万未満、30万以上の非政令指定都市、政令指定都市の区)、地方(北海道、東北、関東、中部、近畿、中国、四国、九州)でそれぞれ8群

に分け、市区町村から最も近い中核病院小児科・地域小児科センターまでの距離の分布について比較を行った。人口規模全体および地方全体における分布の差の検定にはKruskal-Wallisの検定(多群の順位和検定)を用い、P<0.05の際に有意差ありとした。なお、この検定では8群の距離の分布に差がないとした帰無仮説を立ててそれを否定する検定となる。このため、有意差を認めても、どの2群間の差であるかは不明となる。そこで、有意差が認められた場合には、各人口規模間ないしは各地方間の2群間比較(順位和検定)を行い、Bonferroni法⁸⁾によりP値の補正を行った。つまり、2群間の検定回数(28回:8群×7群÷2)に各2群間比較におけるP値をかけ、その値が0.05未満の際に有意差ありとした。

また、中核病院小児科・地域小児科センターから市区町村の人口重心までの最短距離(5km未満、5km以上10km未満、10km以上20km未満、20km以上30km未満、30km以上50km未満、50km以上)で市区町村を6圏域に分け、地方全体の15歳未満人口⁹⁾の分布を χ^2 検定で比較した。有意差(P<0.05)を認めた場合には、同様に2群間の χ^2 検定を行い、Bonferroni法⁸⁾によるP値の補正を行った。実際の計算は、IBM社SPSS ver23およびマイクロソフト社Excel2010を用いた。

本研究の実施に関しては、広島国際大学医療倫理委員会に諮問を行い、承認を受けている(倫14-165)。

結 果

表1に各市区町村から最も近い中核病院小児科・地域小児科センターまでの距離を市区町村の人口規模別にパーセンタイル値で示す。全国値では、中央値11.22km、90パーセンタイル値40.49kmであった。人口規模により市区町村の距離の分布に有意差を認めた(P=0.000)。さらに、各人口規模の間で2群間比較をすると、人口10万以上の市区の間では距離の分布に有意差は認めなかったが、人口10万未満の人口規模(1万未満、1万以上3万未満、3万以上5万未満、5万以上10万未満)の市区町村は、他の人口規模の市区町村(人口10万以上の市区も含む)との間に有意差を認めた。

表2に各市区町村から最も近い中核病院小児科・地域小児科センターまでの距離を地方別にパーセンタイル値で示す。地方間で市区町村の距離の分布に有意差を認めた(P=0.000)。さらに、各地方間で2群間比較を行うと、北海道は他のすべての地方との間に有意差を認めるものの、東北は中国、四国、九州と関東は近畿と、中部は中国、中国は四国、九州と、四国は九州と分布に有意差を認めなかった(表3)。

表4に、中核病院小児科・地域小児科センターから

表1 人口規模別にみた市区町村の人口重心から最も近い中核病院小児科・地域小児科センターまでの距離のパーセンタイル値 (km)

人口規模	市区町村数	パーセンタイル						
		5	10	25	50	75	90	95
1万未満	482	<u>6.60</u>	<u>9.63</u>	<u>16.56</u>	<u>27.78</u>	<u>42.74</u>	<u>64.99</u>	<u>93.70</u>
1万以上3万未満	462	<u>3.29</u>	<u>5.01</u>	<u>8.34</u>	<u>14.75</u>	<u>25.56</u>	40.42	53.60
3万以上5万未満	244	<u>1.31</u>	<u>2.57</u>	<u>6.07</u>	<u>11.23</u>	18.12	27.55	34.51
5万以上10万未満	272	1.02	1.49	3.37	7.58	14.36	24.11	34.69
10万以上20万未満	157	0.55	0.69	1.47	2.72	6.16	12.20	17.55
20万以上30万未満	39	0.35	0.61	1.16	1.79	3.27	5.94	7.87
30万以上	52	0.70	1.03	1.20	1.81	3.35	5.21	7.60
政令指定都市の区	193	0.58	0.81	1.56	2.49	3.85	5.78	8.43
総計	1,901	1.10	1.64	4.05	11.22	24.12	40.49	56.84

- ・下線は全国値を上回るパーセンタイル値を指す。
- ・人口30万以上に政令指定都市は含まない。

表2 地方別にみた市区町村の人口重心から最も近い中核病院小児科・地域小児科センターまでの距離のパーセンタイル値 (km)

地方	市区町村数	パーセンタイル						
		5	10	25	50	75	90	95
北海道	188	<u>2.41</u>	<u>6.15</u>	<u>23.46</u>	<u>38.20</u>	<u>57.12</u>	<u>80.62</u>	<u>100.85</u>
東北	232	<u>1.44</u>	<u>3.04</u>	<u>10.02</u>	<u>17.83</u>	<u>29.35</u>	39.56	43.51
関東	358	0.85	1.22	2.27	5.38	11.64	20.23	25.05
中部	378	<u>1.13</u>	1.57	<u>4.16</u>	9.04	18.64	28.33	37.18
近畿	245	0.61	1.26	2.11	4.49	14.35	24.87	30.63
中国	119	1.07	<u>2.16</u>	<u>4.89</u>	<u>13.99</u>	<u>25.51</u>	<u>34.13</u>	37.60
四国	95	<u>1.76</u>	<u>3.52</u>	<u>8.88</u>	<u>17.30</u>	<u>28.29</u>	38.89	42.32
九州	286	<u>1.15</u>	<u>1.99</u>	<u>5.88</u>	<u>13.50</u>	<u>28.77</u>	<u>53.07</u>	<u>80.54</u>
全国	1,901	1.10	1.64	4.05	11.22	24.12	40.49	56.84

- ・下線は全国値を上回るパーセンタイル値を指す。

表3 最も近い中核病院小児科・地域小児科センターまでの距離の分布(地方間の比較)

	東北	関東	中部	近畿	中国	四国	九州
北海道	○	○	○	○	○	○	○
東北		○	○	○	×	×	×
関東			○	×	○	○	○
中部				○	×	○	○
近畿					○	○	○
中国						×	×
四国							×

- ・○は有意差あり, ×はなし。
- ・2群間の比較では, Bonferroni法により2群間比較のP値に検定回数(ここでは28回: $8 \times 7 \div 2$)をかけた値が0.05未満の際に有意差ありとした。

の圏域の広さとカバーされる15歳未満人口の分布を地方別に示す。15歳未満人口のカバー率を全国値で見ると、5km圏内65.2%、10km圏内82.5%、20km圏内

92.8%、30km圏内96.8%、50km圏内99.2%であった。90%の15歳未満人口をカバーできる圏域は、北海道50km圏、東北30km圏、関東10km圏、中部20km

表4 中核病院小児科・地域小児科センターからの圏域の広さとカバーされる15歳未満人口

地方	15歳未満人口(人)	圏域の広さ(中核病院小児科・地域小児科センターからの半径)					
		5km圏内	10km圏内	20km圏内	30km圏内	50km圏内	総計
北海道	657,312	45.8%	59.8%	76.6%	81.1%	91.0%	100.0%
東北	1,198,736	52.4%	63.1%	80.6%	91.0%	99.2%	100.0%
関東	5,363,114	71.4%	91.4%	98.5%	99.9%	99.9%	100.0%
中部	3,245,949	59.4%	81.1%	92.7%	97.3%	99.3%	100.0%
近畿	2,781,690	77.0%	91.3%	98.1%	99.6%	99.8%	100.0%
中国	1,005,881	65.6%	79.1%	92.5%	97.7%	99.4%	100.0%
四国	506,243	43.2%	65.5%	80.3%	89.8%	99.5%	100.0%
九州	2,044,519	61.1%	74.0%	86.6%	93.6%	98.5%	100.0%
全国	16,803,444	65.2%	82.5%	92.8%	96.8%	99.2%	100.0%

・圏域の区分(5km未満, 5km以上10km未満, 10km以上20km未満, 20km以上30km未満, 30km以上50km未満, 50km以上)における小児人口の分布は各地方間で有意差を認めた。

・下線は15歳未満人口の比率が狭い順から初めて90%を上回る圏域の広さを指す。

圏, 近畿10km圏, 中国20km圏, 四国50km圏, 九州30km圏であった。5km未満, 5km以上10km未満, 10km以上20km未満, 20km以上30km未満, 30km以上50km未満, 50km以上の圏域における15歳未満人口の分布は地方間で有意差を認めた(P=0.000)。さらに, 各地方間の2群間比較を行うと, すべての地方間で同様に有意差を認めた。

考 察

前回の研究で, 平成24年のDPC集計対象病院に入院した熱性けいれん患者の82%, 川崎病患者の80%が地域小児科センターへの入院であったことを明らかにした³⁾。しかし, 患者のアクセスに関する解析は行っていなかった。そこで, 今回の研究では, 重点化・集約化に伴う患者アクセスを把握するため, 各市区町村と最も近い中核病院小児科・地域小児科センターとの距離を解析することにした。この結果, 全年齢層と15歳未満の人口重心が一致し, 各市区町村の人口重心に15歳未満の居住地が集中していると仮定した場合, 中核病院小児科・地域小児科センターから20km圏内に全国の15歳未満の92.8%が居住していることになる。自動車を利用すれば, これらの小児は1時間以内に中核病院小児科・地域小児科センターに到着できる可能性が高い。

病院小児科の重点化・集約化により, 小児科を標榜する病院の数は減少している。しかし, 平成24年度および平成26年度病院調査報告書(日本小児科学会)によれば, この2年間で常勤医5~8人, 51人以上と常勤医ゼロの病院小児科が増加し, 少人数の常勤医がいる病院小児科が減少していた。5~8人および51人以上の常勤医がいる病院小児科は地域小児科センターや中核病院小児科に相当すると思われる。したがって, 昨

今の病院小児科の減少は中核病院小児科や地域小児科センターへのアクセスの悪化にはつながっていないと考えられる。事実, 平成22年と26年の小児の救急搬送における最多搬送医療機関名を比較するとほとんどの消防本部で変化がないことが判明した⁶⁾。今回の解析でも, 9割の小児の中核病院小児科・地域小児科センターへのアクセスは1時間以内と考えられ, 重点化・集約化により極端なアクセスの悪化が生じているようには見えなかった。たしかに, 北海道や四国といった過疎地を抱える地方では, 人口重心から最も近い中核病院小児科・地域小児科センターまでの距離が長い市区町村も多い。こうした地域では, 小児科に限らず地元の医療機関が小児の1次救急等の処置を行い, 中核病院小児科・地域小児科センターへと搬送することも考慮する必要がある。

各地方で工夫が求められるが, その際にもこうした地理情報システムの利用など, 客観的な指標を用いた議論が不可欠となる。

本研究の限界

本研究では解析の際の以下の限界が存在する。

1) 15歳未満の各小児の居住地からの距離を測定したのではなく, 各市区町村の人口重心を用いた解析である。このため, 人口密集地の住民に関する資料は正確であっても, 人口密集地から離れた住民の資料は不正確になる可能性がある。

2) 人口重心は全年齢層を用いた解析である。しかし, 15歳未満の人口重心が全年齢のそれと一致すると仮定して解析したが, その証明はなされていない。

3) 天候や道路事情の勘案がなされていない直線距離の解析であり, 実際の医療機関への移動時間を十分に反映していない。

4) 中核病院小児科や地域小児科センターのみを解析医療機関としており、近隣の開業医やその他の病院小児科など子どもたちを取り巻く医療環境の評価がなされていない。

なお、上記の4つの限界は以下の対処により精度の改善が見込まれることもある。また、改善策を講じなくても問題が生じない可能性も高いことがわかる。改善可能な問題については、今後の研究課題となろう。

[A] 人口密集地の住民に関する資料は正確であっても、人口密集地から離れた住民の資料は不正確になる可能性があることに対してである。確かに、人口重心を算出する際の基本単位区（全国を約200万の区域に分割）の15歳未満人口は公開されていない。しかし、全国を約10万に分割した大字・町名単位の15歳未満人口は、平成22年国勢調査の小地域集計で公開されている。一方、東京大学空間情報科学研究センターが提供するCSVアドレスマッチングサービス⁴⁾では、住居表示地域および都市計画地域から順に整備を進められているため、全ての地域での住所データが登録されているわけではない。もし、すべての大字・町名の緯度・経度への変換が可能になれば、〇〇市△△町のレベルで15歳未満人口と緯度・経度が判明し、アクセスを計測する際の精度を向上させることはできる。

[B] 15歳未満の人口重心が全年齢のそれと一致すると仮定して解析したが、その証明はなされていないことに対してである。東京大学のCSVアドレスマッチングサービス⁴⁾では、全国の大文字・町名の12.2%（15歳未満人口の7.2%）の地域の緯度・経度が他の大文字・町名と一致しており、これらの地域では固有の緯度・経度への変換がなされない。しかし、こうした条件下で全国の大文字・町名について緯度・経度への変換を行って15歳未満の人口重心（近似値）を計算しても、各市町村の全年齢の人口重心と15歳未満の人口重心（近似値）との差が10kmを超えた地域は15歳未満人口に換算して0.65%の地域にすぎない（他雑誌投稿中）。また、各市区町村の圏域が正方形だと仮定して、平成22年の国勢調査における各市区町村の面積⁹⁾の平方根を計算した場合、一辺の長さは10パーセント値4.1km、中央値10.3km、90パーセント値22.8kmとなる。全年齢の人口重心と15歳未満の人口重心にずれが見られても、市区町村の一端と反対側の一端となるとは考えにくいので、仮想的な正方形の一辺を上回るずれが生じるとは考えられない。したがって、15歳未満の人口重心を全年齢の人口重心で代用しても、概数の解析に大きな支障を来すとは思えない。

[C] 天候や道路事情を勘案してはいないことに対してである。全国での道路状況の解析は容易ではないが、二次医療圏内の市町村における医療へのアクセス

であれば、カーナビゲーションソフトを用いて車の移動距離や所要時間の計測は可能である。二次医療圏単位での小児医療提供体制を議論する際には、こうした移動に関する距離および所要時間の検討が不可欠である。新生児、乳幼児および少年（男女とも）の救急搬送において消防本部への通報から医療機関収容までの時間（収容所要時間）は、時間帯に関係なく平均40分前後であり、60分を超える比率は1割前後に過ぎない¹⁰⁾。たしかに、同じ市区町村内でもアクセス距離が2時間以上かかる地区もあると思われるが、全国の消防本部において18歳未満の救急患者を最も多く搬送する医療機関の5~6割が中核病院小児科・地域小児科センターである⁹⁾ことを考慮すると、小児の約9割は自動車により1時間以内に中核病院小児科・地域小児科センターに到着できる可能性が高いと考えてもよさそうである。現在、小児の医療アクセスに関する資料がほとんどなく、最短距離でのアクセス解析も無意味なものではないと考える。

[D] 近隣の開業医やその他の病院小児科など子どもたちを取り巻く医療環境の評価がなされていないことに対してである。こうした問題は、今後中核病院・地域小児科センター以外の医療資源や保育所その他のインフラに関しても位置情報を収集し、子どもたちを取り巻く保健・医療へのアクセスを解析することで精度の改善が期待できるものと思われる。

本研究はJSPS KAKENHI（日本学術振興会科研費）15K01786の助成を受けたものです。

日本小児科学会の定める利益相反に関する開示事項はありません。

江原朗が研究のデザイン、資料の収集、解析および執筆を行いました。

文 献

- 1) 日本小児科学会. “小児の医療提供体制：中核病院小児科・地域小児科センター 2013.11.17”. http://www.jpeds.or.jp/modules/basicauth/index.php?file=tyuukaku_tiiki_1117.pdf. (参照 2016-5-31).
- 2) 日本小児科学会. “日本小児科学会が進める小児医療提供体制の改革、はじめに”. <http://jpsmo.del.umin.jp/introduction.html>. (参照 2016-5-31).
- 3) 江原 朗. 小児の入院患者は中核病院・地域小児科センターに集約しているのか—DPC データから. 日本小児科学会雑誌 2014; 118: 1538—1544.
- 4) 東京大学空間情報科学研究センター. “CSV アドレスマッチングサービス”. <http://newspat.csis.u-tokyo.ac.jp/geocode/cgi/geocode.cgi?action=start>. (参照 2016-5-31).
- 5) 総務省統計局. “各都道府県及び市区町村の人

- 口重心, 平成24年8月7日”. <http://www.stat.go.jp/data/kokusei/topics/zuhyou/topi61.xls>. (参照 2016-5-31).
- 6) 江原 朗. 各消防本部における18歳未満の最多搬送医療機関の推移—平成22年と26年の比較. 日本医師会雑誌 2016; 145: 999—1005.
- 7) 長谷川一郎. 天文計算入門—球面三角から軌道計算まで—. 新装版. 東京: 恒星社厚生閣, 1997.
- 8) 永田 靖, 吉田道弘. 統計的多重比較法の基礎. 初版. 東京: サイエンティスト社, 1997.
- 9) 総務省統計局. “平成22年国勢調査. 都道府県・市区町村別主要統計表 (平成22年)”. <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/List.do?bid=000001037709>. (参照 2016-5-31).
- 10) 江原 朗. 小児の救急搬送における収容所要時間の推移—平成20～24年の時間帯別・重症度別解析. 日本医師会雑誌 2016; 144: 2497—2502.
-