CC BY

保健医療科学　2026　Vol.75 No4 p.369 − 379

＜原著＞

補正2SFCA法を用いた全国小児救急医療への地理的アクセシビリティと地域格差
―小児医療圏単位のクラスタ分析による政策優先地域の特定―

江頭勇紀，渡邊亮

神奈川県立保健福祉大学 ヘルスイノベーション研究科

Geographic Accessibility and Regional Disparities in Pediatric Emergency Care across Japan:Identification of Priority Areas through Cluster Analysis of Pediatric Medical Service Areas

EGASHIRA Yuki, WATANABE Ryo

Graduate School of Health Innovation, Kanagawa University of Human Services

抄録

目的

小児救急医療は医療法に基づく政策医療であり，都道府県医療計画において提供体制の確保が求められている．国の検討会では集約化・重点化が議論されているが，地理的アクセシビリティへの影響は十分に検討されていない．本研究は，補正2SFCA法（補正2段階フローティングキャッチメントエリア法：Enhanced Two-Step Floating Catchment Area method）を用いて全国306小児医療圏における小児救急医療への地理的アクセシビリティを評価し，クラスタ分析により地域類型化を行い，政策的介入の優先度が高い地域を特定することを目的とした．

方法

全国306小児医療圏を対象に，500mメッシュ単位で補正2SFCA法を適用した．需要は0-14歳人口，供給は二次・三次救急医療機関のDPC調査による救急車受入件数，交通はOpenStreetMapによる道路網データを用いた．小児医療圏ごとにアクセシビリティスコアの中央値（ASM）とジニ係数を算出し，Ward法による階層的クラスタ分析で地域類型化を行った．

結果

クラスタ分析により4類型に分類された．C1（高アクセス・中格差）55圏域，C2（中アクセス・低格差）152圏域，C3（低アクセス・極めて高格差）19圏域，C4（やや低いアクセス・高格差）80圏域であった．C3およびC4は北海道，首都圏周縁部，中国山地沿い，九州内陸部において県境をまたいで連続的に分布していた．最寄りの小児救急医療機関への到達時間が45分を超えるメッシュは9.1%，60分を超えるメッシュは4.1%存在した．

結論

政策的介入の優先度として，C3（19圏域）が最優先，次いでC4（80圏域）と位置づけられた．C3は地理的制約が大きく医療資源の増加のみでは対応困難であり，ドクターヘリや遠隔医療は補完的対策として有用である．ただし，ドクターヘリには夜間・悪天候時の運航制限があり，遠隔医療については45分を超える地域では効果に限界があることも指摘されている．C3およびC4が県境をまたいで連続的に分布していることから，補完的対策に加え，医療圏を超えた広域連携を含むより根本的な対応の検討が求められる．

連絡先: 江頭 勇紀
〒210-0821 神奈川県川崎市川崎区殿町3-25-10
Tel： 044-589-8100
E-mail：e.yuki19860904@gmail.com
[令和8年5月15日受理]

キーワード：小児救急医療，地理情報システム（GIS），補正2SFCA法，地域格差，クラスタ分析

Abstract

Objectives

Pediatric emergency care is a policy-mandated healthcare service under the Medical Care Act. While centralization of services is being discussed in national committees, its impact on geographic accessibility remains insufficiently examined. This study aimed to evaluate geographic accessibility to pediatric emergency care across Japan's 306 pediatric medical service areas using the Enhanced Two-Step Floating Catchment Area (E2SFCA) method, classify regions through cluster analysis, and identify areas requiring priority policy intervention.

Methods

We analyzed 306 pediatric medical service areas nationwide at 500-meter mesh resolution. The E2SFCA method integrated demand (population aged 0-14), supply (emergency ambulance acceptance from DPC data), and transportation (road networks from OpenStreetMap). Median accessibility scores (ASM) and Gini coefficients were calculated for each area. Hierarchical cluster analysis using Ward's method classified areas based on these variables.

Results

Four clusters were identified: C1 (high access, moderate disparity; 55 areas), C2 (moderate access, low disparity; 152 areas), C3 (low access, extremely wide disparity; 19 areas), and C4 (below-moderate access, high disparity; 80 areas). C3 and C4 areas were continuously distributed across prefectural boundaries in Hokkaido, suburban Tokyo, Chugoku Mountains, and inland Kyushu. Meshes with travel time exceeding 45 minutes comprised 9.1%, and those exceeding 60 minutes comprised 4.1%.

Conclusion

C3 (19 areas) should be the highest priority for policy intervention, followed by C4 (80 areas). C3 areas face significant geographic constraints where increasing medical resources alone is insufficient. Helicopter emergency medical services and telemedicine are useful as complementary measures; however, helicopter services have operational limitations during nighttime and adverse weather, and telemedicine effectiveness is limited in areas exceeding 45-minute travel time. Given the cross-prefectural distribution of C3 and C4, more fundamental approaches including broader regional cooperation beyond current medical service area boundaries should be considered in addition to complementary measures.

keywords: pediatric emergency care, geographic information system (GIS), E2SFCA method, regional disparity, cluster analysis

(accepted for publication, May 15, 2026)

I. 緒言

小児救急医療は，医療法第30条の4に基づき都道府県医療計画に位置づけられた6事業のひとつであり，行政が担う政策医療の重要な領域である．わが国の小児救急医療体制は，発症からの経過時間と医療機能（重症度）により，一次（初期）救急，二次救急，三次救急の三層構造で整備されている．わが国にでは，小児救急に対する相談支援事業として，「子ども医療電話相談事業（#8000）」が整備されるとともに，初期救急として，各地域において小児初期救急センターが整備されるなど，発症初期および軽症患者への小児救急医療制度が整備されている[1]．一方で，救急医療体制等のあり方に関する検討会によれば，救急搬送患者のうち診療の結果として約半数が帰宅可能な軽症患者であり，二次・三次救急医療機関に多数流入していることが課題となっている[2]．

さらに，わが国では少子化の進行により小児人口は減少を続けており，2040年には15歳未満人口が約1,140万人となり，今後15年間で2割程度減少することが見込まれている[3]．小児科医師数は増加傾向にあるものの，病院小児科における常勤小児科医数は約半数が2名以下である[1]．こうした状況を踏まえ，国の検討会では小児救急医療提供体制の集約化・重点化が議論されている[2]．しかし，これらの議論は施設数や医師数など供給側の指標を中心に行われており，集約化が住民の地理的アクセシビリティにどのような影響を与えるかについては十分に検討されていない．集約化により一部の地域では医療の質が向上する一方で，遠隔地の住民にとってはアクセスが悪化する可能性があり，政策決定にあたっては現状の地理的アクセシビリティを踏まえた定量的な評価が不可欠である．また，医療へのアクセスは医療の三

要素（アクセス，質，効率）のひとつであり，医療提供体制を考える際に必要不可欠な要素である[4]．しかし，現行の医療計画における小児救急医療の評価指標は，施設数や医師数など供給側の指標評価に留まっている[5]．救急搬送に必要な地理的アクセスを反映した指標は含まれておらず，住民視点に立った評価を行うためには，需要側および供給側双方からの地理的アクセシビリティを定量的に評価し，その地域間格差を明らかにすることが不可欠である．

小児救急医療においては，搬送時間と患者アウトカムの関連が報告されている．先行研究では，重症小児患者において受傷から 60 分以内に外傷センターに到着した患者はより良い転帰が得られること[6]，外傷センターへのアクセス時間が長い地域では死亡率が最大 3 倍高いことが示されている[7]．

医療アクセシビリティの定量的評価手法としては，Two-Step Floating Catchment Area（2SFCA）法が広く用いられている[8]．この手法は，需要・供給・交通アクセスを統合的に評価できる点で優れており，各国で地域格差の研究に応用されている[9-10]．Woodらのシステマティックレビューによれば，医療アクセシビリティの空間的評価手法はプライマリケアを中心に発展してきたが，救急医療や小児医療を対象とした全国規模の研究は限られている[11]．国内では，訪問看護や病院へのアクセスを解析した研究があるが，小児救急医療を対象とした全国規模の研究は確認されていない[12-13]．

さらに，現行の医療計画は都道府県単位で策定され，小児医療圏単位での医療資源配置が検討されているが，医療圏間の格差に加えて医療圏内の格差を定量的に評価した研究は少ない．同一医療圏内であっても，市街地と山間部では地理的アクセシビリティに大きな差が生じている可能性があり，こうした医療圏内格差を明らかにすることは，より精緻な政策立案に資すると考えられる．

そこで，本研究は，補正 2SFCA法を用いて全国の小児医療圏における小児救急医療への地理的アクセシビリティを 500mメッシュ単位で評価し，クラスタ分析により地域類型化を行い，政策的介入の優先度が高い地域を特定することを目的とした．

なお，本稿において，小児救急医療機関とは，救急車等によって救急搬送される小児患者や，休日・夜間等の通常の診療時間外に小児患者等の受け入れを行う救急医療機関を指す[5]．そのため，需要とは，当該救急医療にかかる可能性のある 0-14 歳人口とした．また，小児救急医療の提供能力は個別の診療科の医師数ではなく，施設全体の総合的な救急対応力に依存する側面があるため，供給側の指標として施設の総合的な救急対応実績を採用した．

II. 方法

1. 研究デザインと対象

本研究は全国 306 小児医療圏を対象とした横断研究である．分析単位は，小児医療圏とした．小児医療圏は，医療法に基づき都道府県が設定する地域単位であり，小児救急医療を提供する圏域として二次医療圏と同様に複数の市町村を一つの区域として構成するものである．なお，国の定める「疾病・事業及び在宅医療に係る医療体制について（厚生労働省医政局地域医療計画課長通知 医政地発 0629 第 3 号）」においては[5]，5 疾病については二次医療圏単位で，小児救急医療を含む 6 事業については，当該圏域にとらわれず医療機関の機能や患者のアクセス等を考慮し，小児医療圏を適宜見直した上で設定することとされている．また，医療機関は二次・三次救急医療機関を対象とした．

2. 使用データ

1）需要

令和 2 年国勢調査に基づいて推計された 500mメッシュ人口データ（2025 年）から 0-14 歳人口を抽出した[14]．

2）供給

「DPC導入の影響評価に関する調査」の 1 か月当たりの救急車搬送件数を各医療機関の供給力とした[15]．供給力の指標として救急車受入件数を採用した理由は以下のとおりである．消防庁の救急・救助の現況による小児搬送件数は報告精度にばらつきがあることが確認できたこと．また，救急を担当する救急を担当する小児科医師数は 1 施設あたり 1-2 名の施設が多く，供給指標としてのばらつきが小さいため施設間の供給力の差を識別する力が低いことや，小児救急は必ずしも小児科医のみが対応するわけではないことから，実際の救急対応実績を反映するDPCデータで報告された 1 か月当たりの救急車搬送件数を供給力の値として用いた．なお，小児救急医療の現況報告にも救急搬送の件数が報告されているが，明確な外れ値があり，数値の精度に課題があったため，DPCデータを使用した．DPCデータは成人の受入件数を含むものの診療報酬と結びついており，データ制度が高いため小児に限ったデータではないが供給力の指標として使用した．また，DPCデータが取得できなかった医療機関は，救急救助の医療体制の現況調の救急車の受入件数を 1 か月当たりに補正した値を[16]，当該報告でも確認できなかった場合は小児救急医療の現況報告の値を用いた[17]．位置情報は，医療機関の住所から座標変換により取得した[18]．

3）交通

OpenStreetMap（OSM）による日本全国の道路網データを使用した[19]．OSMは，ユーザーが自由に編集できるオープンデータの地図であり，複数の医療アクセシビリティ研究での使用が報告されている[20-21]．本研究では，道路網データをネットワークデータセットとして構築し，実際の道路に沿った移動時間を算出した．国土交通省の全国道路・街路交通情勢調査を基に，人口集中地区別（DID），道路種別ごとに移動速度を設定した[22]．

移動は自動車及び徒歩とした．なお，DIDデータについては，国土数値情報ダウンロードサイトより地理情報を取得した上で，非DID地区との識別を行った[23].

3. 補正2SFCA法

補正2SFCA法（Enhanced Two-Step Floating Catchment Area method）は，供給側と需要側の双方から評価を行う2段階の手法である．本研究では，到達圏域を30分，45分，60分の3つのtravel time zoneに区分し，ガウス関数による距離減衰重みを適用した．30分までは減衰なし（重み1.00），30分を超えると減衰を開始する設定とした[8].

具体的には，Luo & Qi [8]のガウス関数に基づき，第1ゾーン（0～30分）の重みW_1=1.00，第2ゾーン（30～45分）の重みW_2=0.68，第3ゾーン（45～60分）の重みW_3=0.22とした．閾値距離d_0は60分超とした．30分を減衰開始点とした理由は，以下のとおりである．

- 30分：消防庁の救急搬送統計における現場到着から医療機関収容までの平均時間および医療計画における搬送時間の政策指標に用いられる時間として用いられるため採用した．
- 45分および60分：先行研究において小児外傷患者のアウトカムに関連する時間閾値として報告されている値（Glass et al.[31]，Odetola et al.[6]）と整合させる形で採用した．

1）Step 1: 供給側からの評価

医療施設jから一定距離内（catchment）に到達可能な需要人口を，距離に応じた重み付きで集計し，供給-需要比R_jを算出した．これは，施設jが周辺の需要に対してどの程度の供給力比を持つかを示す指標である．

$$R_j = S_j / (\Sigma P_k \times W_1 + \Sigma P_k \times W_2 + \Sigma P_k \times W_3) \times 1{,}000{,}000$$

R_j：施設jの供給-需要比，S_j：施設jの供給量（救急車受入件数），P_k：施設jから到達可能な地点kの需要人口（0-14歳人口）

W_1，W_2，W_3：距離減衰重み

小児人口100万人あたりに変換

2）Step 2: 需要側からの評価

各地点iから一定距離内に到達可能な医療施設の供給-需要比Rjを，距離に応じた重み付きで合算し，アクセシビリティスコア（AS）iを算出した．これは，地点iに居住する住民が利用可能な医療資源の総量を示す指標である．

$$AS_i = \Sigma R_j \times W_1 + \Sigma R_j \times W_2 + \Sigma R_j \times W_3$$

AS_i：地点iのAS，R_j：地点iから到達可能な施設jの供給-需要比（Step 1で算出），W_1，W_2，W_3：距離減衰重み

その後，「$R_j \times W_{1\sim3}$のASが0より上のメッシュ数/解析対象メッシュ」をそれぞれ算出し，カバー率とした．

4. 地域格差の定量化

小児医療圏内の地域格差を定量化するため，ジニ係数を算出した．ジニ係数は，所得分配の不平等度を測る指標として経済学で広く用いられているが，近年では補正2SFCA法を用いた医療アクセス研究における格差指標としても応用されている[7]．ジニ係数は0から1の値をとり，0に近いほど格差が小さく（均質），1に近いほど格差が大きい（不均質）ことを示す．各小児医療圏について，圏域内の全メッシュのASの中央値（ASM）を代表値として採用した．

ジニ係数は以下の式により算出した．$G = (1/2n^2\mu) \Sigma_i \Sigma_j |AS_i - AS_j|$ ここで，nは圏域内のメッシュ数，μはASの平均値，AS_iおよびAS_jは各メッシュのアクセシビリティスコアである．

なお，ASM算出にあたっては0-14歳人口がゼロのメッシュは除外した．

5. クラスタ分析

Ward法による階層的クラスタ分析を用いて，小児医療圏を類型化した．クラスタ分析には，ASMとジニ係数の2変数を標準化（z-score）して用いた．最適クラスタ数は，Calinski-Harabasz指標に基づいて決定した[24]. Calinski-Harabasz指標はクラスタ間分散とクラスタ内分散の比に基づく指標であり，値が大きいほどクラスタの分離が良好であることを示す．

クラスタ分析を採用した理由は以下のとおりである．第一に，ASMの分布は右裾が長い非均等な分布となる可能性，等間隔や等分位による分類ではデータの構造を適切に反映できない可能性を考慮した．第二に，政策立案への活用および今後の他の政策分野（在宅医療，周産期医療等）への応用を見据え，分布に偏りがある指標に対しても適用可能な分類の基盤を構築することを目的とした．クラスタリングの妥当性については，Calinski-Harabasz指標に加え，ASMとジニ係数の散布図により可視化して確認した．

6. 人口規模による層別分析

各小児医療圏の総人口を5カテゴリに分類し（大都市圏：100万人以上，政令市圏域：50-100万人，中核市圏域：30-50万人，一般市圏域：10-30万人，町村・過疎圏域：10万人未満），クラスタ分類後，層別分析により検討した．

5区分は，地方自治法に基づく都市の類型（政令指定都市，中核市等）および小児医療提供体制の規模に対応させて設定した．

7. 使用ソフトウェア

空間解析（E2SFCA法による到達圏分析，ネットワーク解析）にはArcGIS Pro（Esri社）を使用した．道路網データ（OSM）をArcGIS Proにインポートし，Network Analystを用いてネットワークデータセットを構築した．道路種別ごとに全国道路・街路交通情勢調査[19]に基づく平均旅行速度を設定し，DID（人口集中地区）内外で

速度を区別した．一方通行属性はOSMデータから反映した．高速道路（高速自動車国道および自動車専用道路）は使用する設定とした．信号待ち時間は考慮していない．統計解析（ArcGISでの大規模中間データの演算処理，クラスタ分析，ジニ係数算出等）にはStata 18SE (StataCorp社）を使用した．

8. 倫理的配慮

本研究は公開データのみを用いた二次分析であり，倫理審査の対象外である．

III. 結果

1. 全国の小児救急アクセシビリティの概要

全国306小児医療圏が分析対象となった．対象となった医療機関は，986であり，DPCとの突合率は95.8％であった．解析対象メッシュ 353,999のうち，道路網データの欠損等により到達時間が算出できなかったメッシュは0.3％（1,211）であった．最寄りの小児救急医療機関への到達時間別にカバー率をみると，30分以内で76.1％，45分以内で90.9％，60分以内で95.9％であった．

ASMの中央値は4,887（範囲： 0.001-19,814）であった．ジニ係数の中央値は0.22（範囲： 0.00-0.72）であった．

なお，小児救急医療機関のDPC突合率は96.1％(=945/983)であった．（救急救助の現況： 30件，小児救急救助の現況8件）

2. アクセシビリティスコアの地理的分布

ASMの地理的分布を図1に示す．ASMは地方県庁所在地や離島で高く，北海道内陸部，首都圏の一部（秩父，山武長生夷隅，君津），紀伊山地周辺，四国山間部，九州内陸部で相対的に低い圏域が分布していた．

3. ジニ係数の地理的分布

ジニ係数の地理的分布を図2に示す．ジニ係数は北海道，東北，四国，九州の一部で高く，大都市圏中心部で低い傾向を示した．

4. クラスタ分析による地域類型化

Ward法による階層的クラスタ分析の結果，Calinski-Harabasz指標により，4クラスタを採用した（図3）．Calinski-Harabasz指標はk=2 ～ 6について検討し，k=4で最大値（273.36）を示した．各クラスタの特徴及び分布ををを表1，図4に示す．

5. 各クラスタの構成

C1（高アクセス・中格差）は55圏域（18.0％）であった．人口規模別では町村圏域が21圏域（38.2％）と最多であり，五島，対馬，佐渡，小豆島，隠岐等の離島も含まれた．

C2（中アクセス・低格差）は152圏域（49.7％）であった．大都市圏23圏域中20圏域（87.0％）がC2に属し，東京区部，大阪市，名古屋，札幌，福岡，横浜，仙台，広島等が含まれた．

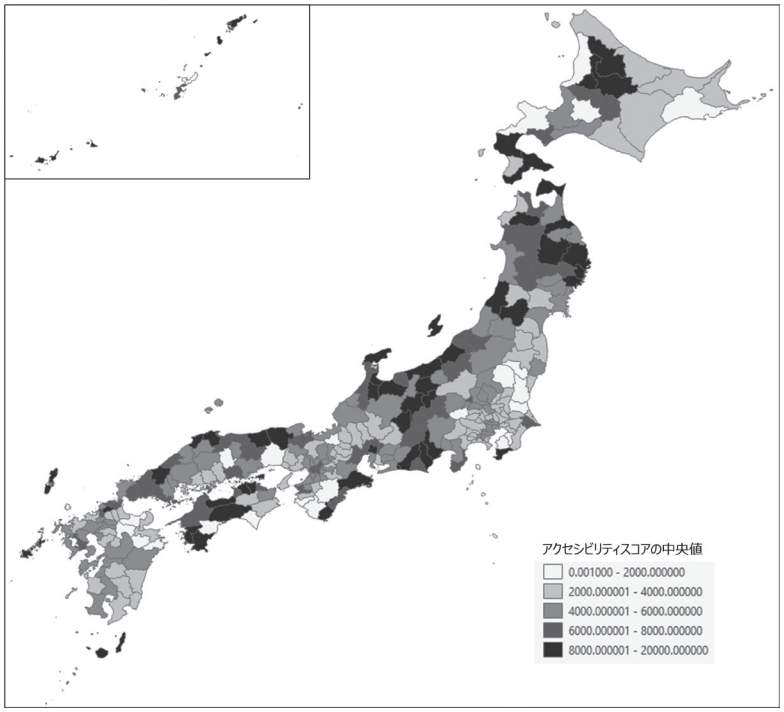


図1　アクセシビリティスコア中央値（ASM）の地理的分布

全国306小児医療圏におけるASM（人口100万人対）を5段階で示した．色が薄いほどASMが低く，アクセシビリティが低いことを示す．

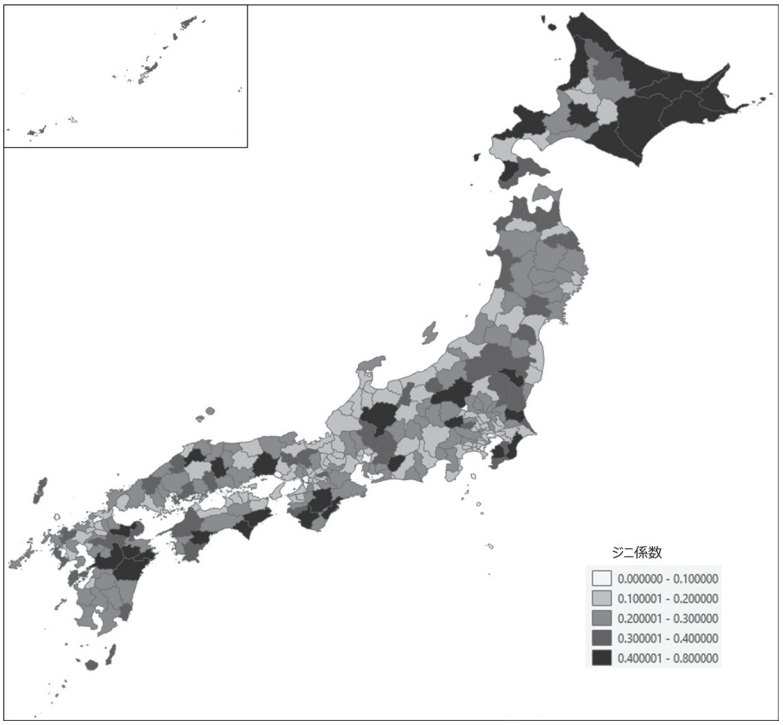


図2　ジニ係数の地理的分布

全国306小児医療圏におけるジニ係数を5段階で示した．色が濃いほどジニ係数が高く，圏域内格差が大きいことを示す．

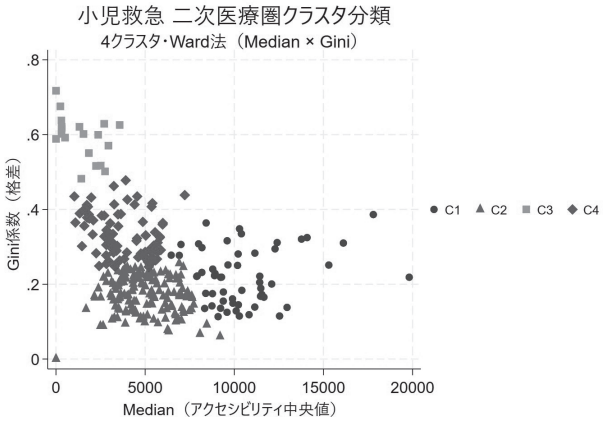


図3　クラスタ分析図

Ward法による階層的クラスタ分析の散布図を示した．ジニ係数が高く，ASMが高い地域がなく，4つのクラスタに分類できたことを示す．

表1　クラスタ別の基本統計量

クラスタ	N（%）	ASM中央値（範囲）	Gini中央値（範囲）	類型名称
C1	55（18.0）	10,106（6,462-19,814）	0.22（0.11-0.39）	高アクセス・中格差
C2	152（49.7）	4,780（0.00-9,200）	0.17（0.00-0.26）	中アクセス・低格差
C3	19（6.2）	1,420（0.00-3,576）	0.6（0.48-0.72）	低アクセス・極めて高格差
C4	80（26.1）	3,485（1,028-7,221）	0.33（0.25-0.48）	やや低いアクセス・高格差

注：類型名称は，本研究のクラスタ間における相対的なアクセシビリティおよび格差水準を表す．ASMの絶対値には閾値が存在せず，相対的な地域間比較に限定される．

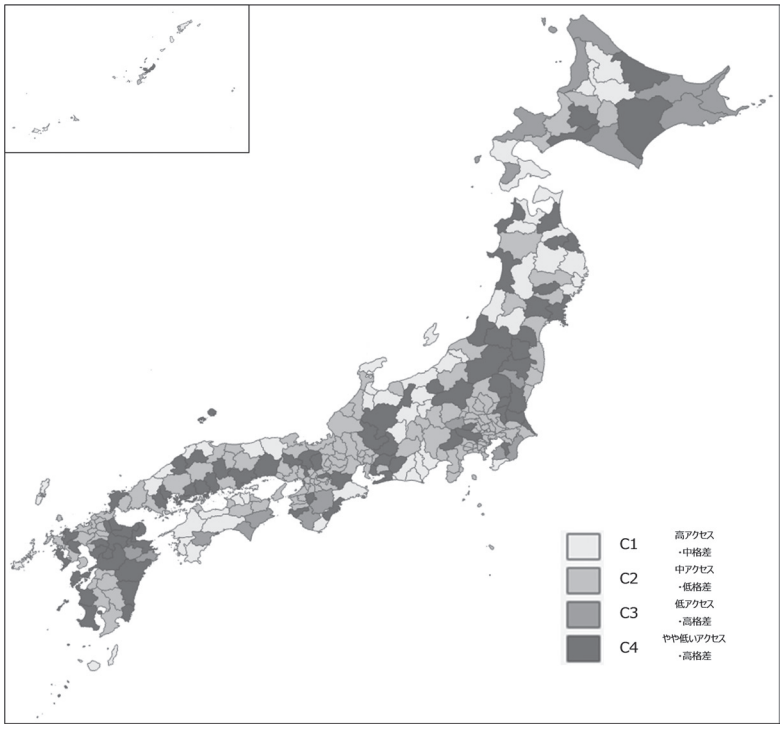


図4　クラスタ分析による地域類型化

Ward法による階層的クラスタ分析の結果，4クラスタに分類された．C1：高アクセス・中格差，C2：中アクセス・低格差，C3：低アクセス・極めて高格差，C4：やや低いアクセス・高格差．

C3（低アクセス・極めて高格差）は19圏域（6.2%）であった．全19圏域が人口50万人未満であり，約9割が人口30万人未満であった．北海道（後志，釧路，根室，宗谷，留萌，日高，南檜山）に7圏域，首都圏近郊（秩父，山武長生夷隅，君津）に3圏域が分布した．

C4（やや低いアクセス・高格差）は80圏域（26.1%）であった．大都市圏では3圏域(多摩, 京都・乙訓, 豊能)がC4に属した．

6. 人口規模別の分布

クラスタと人口規模の関係を表2に示す．大都市圏では87.0%がC2（中アクセス・低格差），13.0%がC4に属した．C3（低アクセス・極めて高格差）およびC4（やや低いアクセス・高格差）の割合は，町村・過疎圏域で40.0%，一般市圏域で38.0%，中核市圏域で28.8%，政令市圏域で22.6%，大都市圏で13.0%であった．

7. C3およびC4の地理的分布

C3（低アクセス・極めて高格差）およびC4（やや低いアクセス・高格差）の地理的分布を図3に示す．C3およびC4は，北海道東部・北部，北関東内陸部（茨城・栃木・群馬の県境付近），首都圏周縁部（千葉県東部・埼玉県西部），中国山地沿い（岡山・広島・島根の県境付近），北部九州内陸部（大分・宮崎の県境付近）において，

県境をまたいで連続的に分布していた．

IV. 考察

1. 主要な知見

本研究は，E2SFCA法とクラスタ分析を組み合わせることで，全国306小児医療圏を4類型に分類し，政策的介入の優先度が高い地域を特定した．

第一に，本研究の結果は，都市部はアクセスが良好であり，地方に課題があるという単純な図式では捉えられないことを示している．大都市圏にも高格差の地域が存在していた（多摩，京都・乙訓，豊能）．また，C1（高アクセス・中格差）に分類された離島では，医療資源の絶対量は少ないものの，と需要である小児人口が少ないため，圏域内のどこからでも比較的均等にアクセス可能であったと考えられる．

ただし，C1に分類された離島においてASMが相対的に高く算出されたことは，小児の専門的な救急医療が充足的であることを必ずしも意味するものではない．また，本研究ではあくまでも地上での搬送を想定しており，ドクターヘリによる搬送などは想定していない．そのため，当該医療機関のカバーする小児人口の数が相対的に少なく，ドクターヘリ等も含めた搬送患者の数が供給力として算出されるため，ASMが過剰となっている可能性がある．また，本研究のASMは施設の救急対応実績に基づく相対的な指標であり，医療の質や専門性を直接反映するものではないことに留意が必要である．

第二に，C3（低アクセス・極めて高格差）およびC4（やや低いアクセス・高格差）は大都市でもなく僻地でもない「中間的な地域」に集中していた．これらの地域は，大都市の医療資源に十分にアクセスできず，かつ地域内で完結する医療体制も構築困難であると考えられる．例えば，大都市圏の外縁部（多摩，秩父，千葉東部），県庁所在地から離れた中規模都市圏，山間部と平野部の境界地域が該当した．現行の小児医療政策では「過疎地域」と「大都市圏」という二項対立的な議論がなされることが多いが，本研究の結果は，こうした中間的な地域への着目が必要であることを示唆している．

具体的には，表2に示すとおり，C3およびC4は大都市圏（100万人以上）ではわずか3圏域にとどまる一方，一般市圏域（10-30万人）に43圏域，中核市圏域（30-50万人）に15圏域が分布しており，大都市でも過疎地域でもない中間的な人口規模の圏域に集中している．

第三に，C3（低アクセス・極めて高格差）およびC4（やや低いアクセス・高格差）が県境をまたいで連続的に分布していることが明らかになった．医療法に基づく医療計画は都道府県単位で策定されるが，この結果は都道府県単位の医療計画では構造的に対応困難な課題の存在を示唆している．

2. 医療圏内格差の要因

C3（低アクセス・極めて高格差）およびC4（やや低いアクセス・高格差）においてジニ係数が高い要因として，医療圏内に山間部等のアクセス困難地域が含まれることが考えられる．例えば，多摩医療圏では，東部の市街地ではアクセスが確保されている一方，西部の山間部ではアクセスが低下しており，この圏域内の差がジニ係数を押し上げていた．現行の医療計画では医療圏単位での医療資源配置が検討されているが，同一医療圏内であっても地域によって異なる対策が必要であることを本研究の結果は示唆している．

3. 政策的示唆

本研究の結果に基づき，政策的介入の優先度を設定することが可能である．最も優先すべき医療圏はC3（低アクセス・極めて高格差）（19圏域）であり，アクセス・格差ともに最も深刻である．次いで優先すべきはC4（やや低いアクセス・高格差）（80圏域）であり，C3ほど深刻ではないものの高い格差を示しており，影響人口が大きい地域も含まれた．特に大都市圏・政令市圏域に属す

表2　クラスタ×人口規模クロス表（圏域数）

	大都市圏（100万人以上）	政令市（50～100万人）	中核市（30～50万人）	一般市（10～30万人）	町村（10万人未満）	計
C1 高アクセス・中格差	0（0.0）	5（9.4）	13（25.0）	16（14.2）	21（32.3）	55（18.0）
C2 中アクセス・低格差	20（87）	36（67.9）	24（46.2）	54（47.8）	18（27.7）	152（49.7）
C3 低アクセス・極めて高格差	0（0）	0（0.0）	2（3.8）	6（5.3）	11（16.9）	19（6.2）
C4 やや低いアクセス・高格差	3（13.0）	12（22.6）	13（25.0）	37（32.7）	15（23.1）	80（26.1）
計	23（100）	53（100）	52（100）	113（100）	65（100）	306（100）

るC4圏域（多摩，京都・乙訓，豊能，播磨姫路など）は，人口規模を考慮した優先的対応が求められる．

このように二次・三次救急の偏在がある中では，改めて一次救急体制の連携強化をはじめ，小児救急に対する相談支援事業（#8000）の活用が有効な手法であると考えられる．しかし，小児救急医療の現況調べ[17]を踏まえると，C2（中アクセス・低格差）では初期救急体制が比較的充実している傾向がみられる一方，C3（低アクセス・極めて高格差）では相対的に限定的である傾向がみられた．また，国の報告によれば，当該事業の活用率には都道府県での差があるとともに，地理的，社会的経済状況との関連が報告されている[2]．さらに，先行研究では#8000の認知度にも差があり，インターネットを活用して子育てを行っている者の方が，認知率が高いことが報告されている[25]．初期救急体制が脆弱な圏域ほど#8000による適正受診の誘導が重要となることから，C3およびC4の地域に対して積極的に認知率の向上を働きかける必要が考えられる．

C3（低アクセス・極めて高格差）の圏域については，地理的制約が大きく医療資源の増加のみでは対応困難な地域が多い．その際，ドクターヘリは選択肢のひとつとして有用である．先行研究では，ヘリコプター搬送は地上救急車搬送と比較して約146分の時間短縮が可能であることや，医師が搭乗するHelicopter Emergency Medical Serviceは重症小児外傷患者に対してゴールデンタイム内での治療を可能にし，最寄りの高次医療機関から約100km離れた場所でも迅速な搬送が実現していることが報告されている[26-27]．一方で，ドクターヘリには雨天・夜間の運航制限，使用台数の制限，離着陸場所の制約もあり幅広い対応が求められる．

遠隔医療については，病院到着前のプレホスピタルケアの質向上に寄与すること，病院前の遠隔医療診断と病院での最終診断との間には高い一致率があり診断精度の向上に貢献すること，搬送時間自体は変わらないものの適切なトリアージにより患者の予後改善が期待できることが報告されている[28-30]．ただし，高い準備態勢の救急部の生存率向上効果は搬送時間が45分までであれば持続するが，それを超えると効果が限定的になることも指摘されている[31]．本研究において，最寄りの小児救急医療機関への到達時間が45分を超えるメッシュは全体の9.1%，60分を超えるメッシュは4.1%存在しており，こうした地域では遠隔医療による補完にも限界がある．したがって，ドクターヘリや遠隔医療は補完的な対策として位置づけるべきであり，地理的アクセスが著しく困難な地域が依然として存在することを認識した上での対策が必要である．

C3（低アクセス・極めて高格差）およびC4（やや低いアクセス・高格差）が県境をまたいで連続的に分布していることへの対応として，都道府県の枠を越えた広域連携も検討する必要がある．

4. 研究の限界

本研究にはいくつかの限界がある．第一に，供給力の指標としてDPCの救急車受入件数を用いたが，結果指標であり，根本的な供給力を示した指標ではない．第二に，時間帯別の状況は考慮できていない．第三に，ASMの絶対値には臨床的閾値が存在せず，相対的な地域間比較に限定される．第四に，ジニ係数は圏域内の相対的格差を示す指標であり，圏域内に医療機関が存在しない場合は格差が小さく算出される．このため，C2（中アクセス・低格差）に分類された島しょ（東京）・壱岐等は，圏域内に対象医療機関が存在せずASMがほぼゼロであるが，ジニ係数も低いためC2（中アクセス・低格差）に分類された．こうした圏域については，クラスタ分類とは別に検討が必要である．

しかしながら本研究は，需要，供給，交通アクセスを統合した全国規模の小児救急医療アクセシビリティ評価を初めて実施し，クラスタ分析と人口規模による層別分析を組み合わせることで，政策的優先度の異なる地域類型を提示した本邦初の研究である．また，医療圏間の格差（ASM）に加えて医療圏内の格差（ジニ係数）を同時に評価することで，従来の医療計画では捉えられなかった格差の構造を明らかにした．C3（低アクセス・極めて高格差）およびC4（やや低いアクセス・高格差）が県境をまたいで連続的に分布していることを可視化し，都道府県単位の医療計画の限界を指摘した．

第五に，本研究のネットワーク解析は一般車両を想定した移動時間を算出しており，救急車両の挙動（緊急走行時の信号通過等）は再現していない．したがって，実際の救急搬送時間は本研究の推定値より短い可能性がある．第六に，需要側を0-14歳人口に限定したことで，各医療機関の供給-需要比Rjが過大評価される可能性がある．ただし，本研究の主目的は圏域間・圏域内の相対的な格差構造の把握であり，ASMの絶対値の臨床的解釈ではないため，相対的な比較における結論には本質的な影響は小さいと考える．第七に，travel time zoneの設定（30/45/60分）およびガウス減衰パラメータの最適性は十分に検証されていない．本研究ではLuo & Qiのオリジナルパラメータ（10/20/30分）による感度分析を実施し，主要な結論の頑健性を確認したが，小児救急医療に最適なパラメータの検討は今後の課題である．第八に，一次救急体制の充実度が二次・三次医療機関の受入件数に影響を与えている可能性があるが，本研究ではこの影響を考慮できていない．

5. 今後の研究展望

本研究で明らかになったアクセシビリティの地域差が，実際の救急搬送の実態や患者アウトカムとどのように関連しているかを検証することが今後の課題である．具体的には，救急搬送データ用いた搬送時間や転帰との関連分析が考えられる．

また，本研究で用いたE2SFCA法は，他の医療領域へ

の応用も可能である．成人を含めた救急医療全般，プライマリケア，周産期医療など，地理的アクセシビリティが重要となる領域への展開が期待される．

あわせて，本研究では施設の総合的な救急対応力を供給指標として用いたが，今後は⑴施設・人口とも一般救急，⑵施設は一般救急・人口は小児，⑶施設を小児専門に限定・人口は小児，といった複数のシナリオで分析を行い，比較検討することも有用であると考える．

V. 結語

本研究は，補正2SFCA法を用いた全国規模の解析により，小児救急医療への地理的アクセシビリティと地域格差を定量的に明らかにした．クラスタ分析により4類型が特定され，C3（低アクセス・極めて高格差，19圏域）およびC4（やや低いアクセス・高格差，80圏域）が政策的介入の優先対象として示された．首都圏近郊でありながらアクセス困難な地域が存在することが明らかになり，こうした中間的な地域への政策的着目の必要性が示唆された．C3およびC4が県境をまたいで連続的に分布していることは，医療圏単位での対策の限界を示唆しており，県境を越えた広域連携も検討する必要がある．

利益相反

本研究に関連し，開示すべき利益相反はない．

引用文献

[1] 厚生労働省. 小児医療の提供体制について. 2025. Ministry of Health, Labour and Welfare. On the Provision System for Pediatric Medical Care. 2025. https://www.mhlw.go.jp/content/10802000/001571927.pdf (in Japanese) (accessed 2026-1-10)

[2] 公益社団法人日本小児科医会. 令和6年度 #8000 情報収集分析事業報告書 . 2024. Japan Pediatric Society. FY 2024 #8000 Information Collection and Analysis Project Report. 2024. https://www.mhlw.go.jp/content/10800000/001587803.pdf (in Japanese) (accessed 2026-4-1)

[3] 国立社会保障・人口問題研究所. 日本の将来推計人口. 2023. National Institute of Population and Social Security Research. Japan's Future Population Projections. 2023. https://www.ipss.go.jp/pp-zenkoku/j/zenkoku2023/pp_zenkoku2023.asp (in Japanese) (accessed 2026-1-10)

[4] 島崎謙治 制度と政策 増補改訂版. 日本の医療. 東京. 東京大学出版会. 2020. Kenji Shimazaki. [Institutions and Policies: Expanded and Revised Edition. Japanese Healthcare.] Tokyo: The University of Tokyo Press. 2020. (in Japanese)

[5] 厚生労働省. 厚生労働省医政局地域医療計画課通知「疾病・事業及び在宅医療に係る医療体制について」. 2023. Ministry of Health, Labour and Welfare. Notice from the Regional Medical Planning Division, Medical Policy Bureau, Ministry of Health, Labour and Welfare: "Regarding Medical Systems for Diseases, Businesses, and Home-Based Medical Care". 2023. https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/kenkou_iryou/iryou/iryou_keikaku/index.html (in Japanese) (accessed 2026-1-10)

[6] Odetola FO, Mann NC, Hansen KW, Bratton SL. Factors Associated with Time to Arrival at a Regional Pediatric Trauma Center. Prehospital Disaster Med. 2016;31(1):4-9. doi:10.1017/s1049023x15005191

[7] Mokdad AA, Wolf LL, Pandya S, Ryan M, Qureshi FG. Road Traffic Accidents and Disparities in Child Mortality. Pediatrics. 2020;146(5):e20193009. doi:10.1542/peds.2019-3009

[8] Luo W, Qi Y. An enhanced two-step floating catchment area (E2SFCA) method for measuring spatial accessibility to primary care physicians. Heal Place. 2009;15(4):1100-1107. doi:10.1016/j.healthplace.2009.06.002

[9] Zhang J, Han P, Sun Y, Zhao J, Yang L. Assessing Spatial Accessibility to Primary Health Care Services in Beijing, China. Int J Environ Res Public Heal. 2021;18(24):13182. doi:10.3390/ijerph182413182

[10] Khakh AK, Fast V, Shahid R. Spatial Accessibility to Primary Healthcare Services by Multimodal Means of Travel: Synthesis and Case Study in the City of Calgary. Int J Environ Res Public Heal. 2019;16(2):170. doi:10.3390/ijerph16020170

[11] Wood SM, Alston L, Beks H, et al. The application of spatial measures to analyse health service accessibility in Australia: a systematic review and recommendations for future practice. BMC Heal Serv Res. 2023;23(1):330. doi:10.1186/s12913-023-09342-6

[12] Ohashi K, Sato M, Fujiwara K, Tanikawa T, Morii Y, Ogasawara K. Spatial accessibility of home visiting nursing: An exploratory ecological study. Heal Sci Rep. 2024;7(9):e70078. doi:10.1002/hsr2.70078

[13] 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 Heal Serv Res. 2017;17(1):438. doi:10.1186/s12913-017-2367-0

[14] 国土交通省. メッシュ別将来人口推計. 2025. Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism. Future Population Projections by Mesh Area. 2025. https://www.mlit.go.jp/kokudoseisaku/kokudoseisaku_tk3_000086.html (in Japanese) (accessed 2026-1-10)

[15] 厚生労働省. 令和3年度DPC導入の影響評価に係る調査「退院患者調査」の結果報告について. 2023.

Ministry of Health, Labour and Welfare. Report on the Results of the “Discharge Patient Survey” Regarding the Impact Assessment of DPC Implementation in Fiscal Year 2021. 2023. https://www.mhlw.go.jp/stf/shingi2/0000196043_00006.html (in Japanese) (accessed 2026-1-10)

[16] 厚生労働省.救急医療提供体制の現況調べ（令和3年度実績）. 2024. https://www.mhlw.go.jp/content/10800000/001196945.xlsx Ministry of Health, Labour and Welfare. Survey on the Current Status of Emergency Medical Care Systems (FY 2021 Results). 2024. (in Japanese) (accessed 2026-4-1)

[17] 厚生労働省. 小児救急医療提供体制の現況調べ（令和3年度実績）. 2024. Ministry of Health, Labour and Welfare. Survey on the Current Status of Pediatric Emergency Medical Care Provision Systems (FY2021 Results). 2024. https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_37510.html (in Japanese) (accessed 2026-1-10)

[18] CSV Geocoding Service. https://geocode.csis.u-tokyo.ac.jp/geocode-cgi/geocode.cgi?action=start (accessed 2026-1-10)

[19] Open Street Map data. https://download.geofabrik.de/asia/japan.html (2025-2-7.)

[20] Liu L, Lyu H, Zhao Y, Zhou D. An Improved Two-Step Floating Catchment Area (2SFCA) Method for Measuring Spatial Accessibility to Elderly Care Facilities in Xi'an, China. Int J Environ Res Public Heal. 2022;19(18):11465. doi:10.3390/ijerph191811465

[21] Raeesi A, Kiani B, Hesami A, et al. Access to the COVID-19 services during the pandemic - a scoping review. Geospatial Health. 2022;17(s1). doi:10.4081/gh.2022.1079

[22] 国土交通省. 令和3年度 全国道路・街路交通情勢調査. 2023. Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism. 2021 National Road and Street Traffic Conditions Survey. 2023. https://www.mlit.go.jp/road/census/r3/index.html (in Japanese) (accessed 2026-1-10)

[23] 国土交通省. 国土数値情報ダウンロードサイト. Ministry of Land, Infrastructure. Transport and Tourism. National Spatial Data Download Site. https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/index.html (in Japanese) (accessed 2026-1-10)

[24] Caliński T, Harabasz J. A dendrite method for cluster analysis. Commun Stat. 1974;3(1):1-27. doi:10.1080/03610927408827101

[25] 松井鋭，植松悟子，三品浩基，辻聡. 救急外来受診児の保護者における小児救急電話相談事業の認知割合と利用歴の評価. 日本臨床救急医学会雑誌. 2016;19(4): 553–558. https://doi.org/10.11240/jsem.19.553 Eiji Matsui, Satoko Uematsu, Hiroki Sanbiki, Satoshi Tsuji. [Evaluation of Awareness and Usage History of the Pediatric Emergency Telephone Consultation Service Among Parents of Children Visiting Emergency Departments.] JJSEM. 2016; 19(4): 553–558. (in Japanese)

[26] Joseph AM, Horvat CM, Evans IV, Kuch BA, Kahn JM. Helicopter versus ground ambulance transport for interfacility transfer of critically ill children. Am J Emerg Med. 2022;61:44-51. doi:10.1016/j.ajem.2022.08.032

[27] Lee Y, Kim G, Jung PY. Use of helicopter emergency medical services with a physician on board in severe pediatric trauma in Korea: a case report. J Trauma Inj. 2024;37(3):224-227. doi:10.20408/jti.2023.0080

[28] Mitra A, Veerakone R, Li K, Nix T, Hashikawa A, Mahajan P. Telemedicine in paediatric emergency care: A systematic review. J Telemed Telecare. 2021;29(8):579-590. doi:10.1177/1357633x211010106

[29] Kim Y, Groombridge C, Romero L, Clare S, Fitzgerald MC. Decision Support Capabilities of Telemedicine in Emergency Prehospital Care: Systematic Review. J Méd Internet Res. 2020;22(12):e18959. doi:10.2196/18959

[30] Uscher-Pines L, Kahn JM. Barriers and Facilitators to Pediatric Emergency Telemedicine in the United States. Telemed e-Heal. 2014;20(11):990-996. doi:10.1089/tmj.2014.0015

[31] Glass NE, Salvi A, Wei R, et al. Association of Transport Time, Proximity, and Emergency Department Pediatric Readiness With Pediatric Survival at US Trauma Centers. JAMA Surg. 2023;158(10):1078-1087. doi:10.1001/jamasurg.2023.3344