

## 道路交通網を基盤とした医療資源の適正配置に係る研究



大西 浩文 (おおにし ひろふみ)

札幌医科大学医学部公衆衛生学講座教授  
附属総合情報センター企画開発室長

1996年札幌医科大学医学部卒。第二内科(循環器・腎臓・代謝内分  
泌内科)での臨床を経て、2006年より公衆衛生学講座、10年より附  
属総合情報センター兼務。12年准教授、18年より現職。循環器疫学  
研究やNDBを活用した研究に従事。所属学会は日本疫学会、日本内  
科学会、日本循環病予防学会など。

### はじめに

北海道の人口は全国より約10年早く人口減少の局面に入り、今後も長期的には人口減少・高齢化の傾向は続くことが見込まれている。このような変化には、疾病構造の変化を伴うことが予想され、どこに住んでいても適切な医療サービスを受けられる体制の整備は、次世紀に向けての重要な課題となっている。北海道においても、人口減少に対応する医療提供体制の在り方として病院の再編・統合化が議論されているが、一方で医療機関へのアクセシビリティ\*1を含めた医療サービスの地域格差が発生し、医療資源の効率化が損なわれることも危惧されている。

将来の地域社会の構造的な変化に対応する医療資源の適正配置や効率化の方向性を見出すためには、医療サービスの需給面の変化に着目しつつ、医療機関へのアクセシビリティを左右する社会資本の整備・拡充が必要不可欠と考えられる。つまり、広く国民に提供されるべき公正な医療体制を整える上で、アクセシビリティの一翼を担う道路交通網の発展は重要であり、医療サービスへの安心・信頼感を醸成する上でも大きく役立つことが期待される。

本研究は、北海道における人口問題や医療提供体制の実際と、医療資源の将来に向けた適正配置の在り方および道路交通網の整備という社会資本の在り方について分析し、今後の医療施策の展開、社会資本整備の検討に資する基礎資料を作成することを目的としている。

### 1 北海道における人口問題と医療提供体制や受診動向の実際

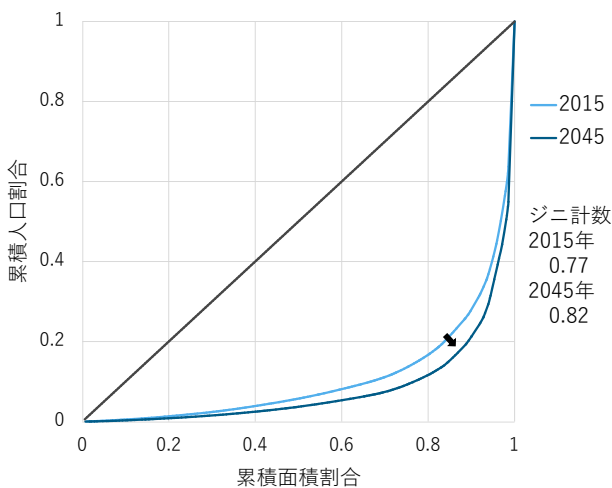
#### (1) 北海道における人口減少と人口分布の偏り

北海道における人口減少は、人口の都市部への集中と郡部でのさらなる減少の加速につながる可能性が高いことから、国勢調査および国立社会保障・人口問題研究所の将来人口推計値を用い、2015年と2045年の道内市町村の人口分布の偏りの変化を評価するため、

\*1 アクセシビリティ (accessibility)

近づきやすさやアクセスのしやすさのことであり、利用しやすさや交通の便などの意味を含む。

ローレンツ曲線を描き、ジニ係数を用いて偏りの評価を行った。ローレンツ曲線は、階級値を小さい方から順に並べ、横軸に各階級の度数を全体の度数で割った「相対度数」を累積して並べた累積相対度数をとり、縦軸に階級値と度数を掛け合わせ、全体に占める割合を累積していった値（累積配分比率）をとる。中央の斜線は均等配分線といい、階級ごとの人数が同じになることなどにより、完全に均等に配分された場合を表す。均等配分線と縦軸、横軸に取り囲まれた面積のうち、均等配分線とローレンツ曲線に取り囲まれた面積の割合をジニ係数といい、ジニ係数が大きい場合は格差が大きいことを示す。この方法で道内の人口の分布の偏りの変化について検討したところ、2015年から2045年の間ではジニ係数が0.77から0.82へと増加する結果となり、人口の特定地域への偏在が今後さらに進行することが予想された（図1）。



人口：社人研『日本の将来推計人口(平成30年度版)』より2015年および2045年の人口  
面積：道庁『市町村別面積・人口・世帯数等の状況』より2017.10.1時点の面積  
図1 2015年と2045年の北海道人口におけるローレンツ曲線

## (2) 医療圏における高齢化進展の格差

高齢化の進展を全道平均と二次医療圏ごとに集計比較すると、全道では2015年を1.00とした場合の相対値は2045年で1.82に増加する。しかし、二次医療圏別に見ると2015年から2045年に向けて最も高齢化の変化の著しい医療圏は日高医療圏で、比較的变化が緩やかな

医療圏は西胆振となり、道内の二次医療圏間でも高齢化進展に格差が認められた（図2）。

このような高齢化の進行は、高齢者で問題となる認知症、脳血管疾患、関節疾患などの受診（療）者が増加するものと想定され、疾患に対応した体制強化や急性期、回復期、慢性期等疾病構造に応じた医療提供体制への緩やかなシフトの必要性が増すと予想される。

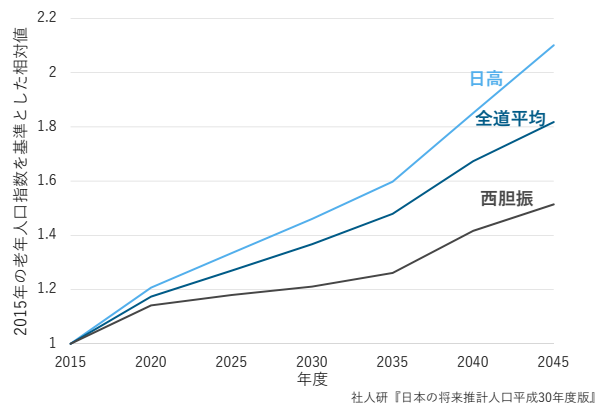


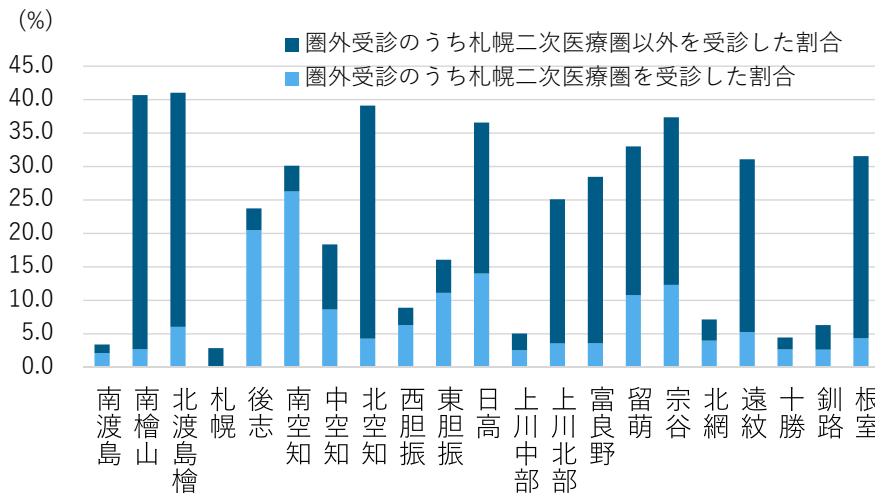
図2 二次医療圏ごとの高齢化進展の違い

## (3) 二次医療圏を越える受診の割合

厚生労働省にNDB（National Database）<sup>\*2</sup>の利用申請を行い、道内179市町村の2011年度から2015年度までの5年分のレセプト（診療報酬請求書）データの提供を受けた。NDBに含まれる健康保険は、国保、後期、協会けんぽ、健保組合、共済などの種別に分類されるが、本研究では、受診者と保険者の居住地や所在地が特定でき、二次医療圏別に集計できる国保加入者と後期加入者を分析対象とした。また、GIS（Geographic Information System; 地理情報システム）を用いて、道内の二次医療圏、三次医療圏ごとに医療資源の集計や医療圏を越えた受療動向の分析を行った。

受診者の保険者市町村を居住地とし、受診医療機関の所在市町村が二次医療圏を越える場合を圏外受診として頻度の比較を行うと、二次医療圏の圏外受診者の割合の多い医療圏で40%前後を超える医療圏が3医療圏、30%を超える医療圏は9医療圏であった（図3）。一方で、医療圏外受診者の割合が少ない医療圏は、南

\*2 NDB (National Database)  
医療機関から保険者に対して発行されるレセプトと特定健診・保健指導の結果からなるデータベース。



NDB(2011~2015年度、国保・後期)

図3 圏外受診率と札幌二次医療圏受診の割合

渡島など7医療圏に留まった。

圏外受診の割合が高いことが、流出元医療圏の医療資源の不十分性を表しているものなのか、隣接医療圏の医療機関へのアクセスの良好さを示すものなのかは明らかではない。しかしながら、札幌医療圏と隣接医療圏である後志や南空知医療圏において圏外受診者割合が高いことは、医療資源の賦存と医療機関へのアクセスの良否が関連していると考えられる。また、どの医療圏からも、圏外受診先として札幌医療圏への受診割合が高く、圏外受診全体では、特に南檜山・北渡島・北空知・日高・宗谷・根室医療圏における圏外受診率が高かった。

以上より、北海道では将来的に二次医療圏間での人口の高齢化スピードの格差も影響し、人口分布の偏りが今より大きくなることが予想されること、医療圏を越えた圏外受診が現状でも多くの二次医療圏で起こっていることを考えると、将来的には医療圏の設定方針の見直しや医療資源の適正配置を検討する必要性が増すことが示唆される。

## 2 医療圏の最適化に関する検討

2015年から2045年にかけての人口減少が医療圏の設定に及ぼす影響を検討するため、二次医療圏内で一つ

の中核病院を選定し、GISを活用して受診（療）者のレセプトデータに記載されている国保保険者情報に基づく居住市町村情報と道内の二次医療圏内に存在する医療機関の市町村レベルでの位置情報を結合させ、レセプトに基づく各受診（療）者の通院にかかる移動距離と道路情報に基づいた移動時間を算出し、受診者の総移動距離の最小化を図るミニサム手法<sup>\*3</sup>を用いて分析を行った（図4）。

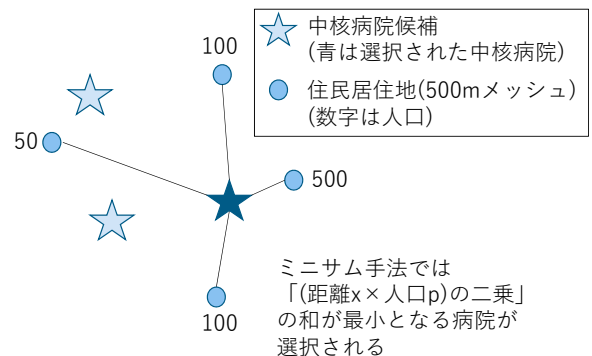


図4 ミニサム手法を使った医療圏の中核病院選択の概念図

### (1) 新たな医療圏数と中核医療機関までの平均移動時間との関係

現在の21二次医療圏での中核医療機関までの平均移動時間は22.5分であった（表1）。一方でミニサム手法によって最適化した21医療圏では平均移動時間は

\*3 ミニサム手法

施設配置モデルにおいて、個々の対象者から施設までの距離の総和が最小となるような位置の決定方法。

20.4分と減少し、中核医療機関を設定する最適化の余地があることが示唆された。また、医療圏数を減少させていくと、平均移動時間は徐々に増加し、16医療圏で現在の平均移動時間を上回る22.7分となった。一般的に医療圏数を減らすことは、単純にその中核病院の数を減らすことになるため、平均的には移動時間が増加する。しかし、今回の結果より、ミニサム手法を用いた最適な中核病院を基づく医療圏を設定すれば、今の21医療圏よりも少ない16～17医療圏としても北海道全体の中核的な医療機関までの平均移動時間は大きく増加せずすむことを示している。

表1 現在の医療圏での中核病院までの移動時間（単位：分）の医療圏数最適化による変化

最適化医療圏数	総移動時間	平均移動時間
現在	121051522.4	22.5分
21	109728881.1	20.4分
20	111664571.7	20.8分
19	113927914.1	21.2分
18	116598524.4	21.7分
17	119458129.3	22.2分
16	122128739.6	22.7分

## (2) 二次医療圏数を減らすことの将来的なメリット

住民は最も近い中核病院へ行くと仮定し、上で求めた現在の21医療圏の中核病院ごとに、2015年のカバー人口を求めたところ、21の病院のうち、最も少ないカバー人口の病院は37,260人であった。同様に2045年の人口で求めたところ、最も少ないカバー人口の病院は13,492人であり、3分の1近くまで落ち込むことが分かった（表2）。このように患者発生母集団としてのカバー人口が大幅に減少することは、病院経営上も大きな課題になると予想される。しかしながら、医療圏の適正配置化による二次医療圏数の適正規模化の結果は、道路網の整備と相まって医療機関へのアクセスの改善および病診連携等による医療機能の分化と連携が進むことで、単純に病院ごとのカバー人口は増加すると考えられる。今回の推計において、2045年の16医療

圏では28,214人となり、2015年現在の水準には届かないものの、現状の医療圏のままの2045年水準と比較すると2倍以上であり、アクセシビリティに着目して医療圏数を少なく設定することは、結果として地域の中核病院のカバー人口を増やして経営環境が維持される可能性も考えられる。

表2 カバー人口が最少となる中核病院のカバー人口

	2015年の人口で計算	2045年の人口で計算
現在の医療圏	37,260人	13,492人
最適化21医療圏	44,127人	19,381人
最適化19医療圏	56,505人	27,103人
最適化16医療圏	56,505人	28,214人

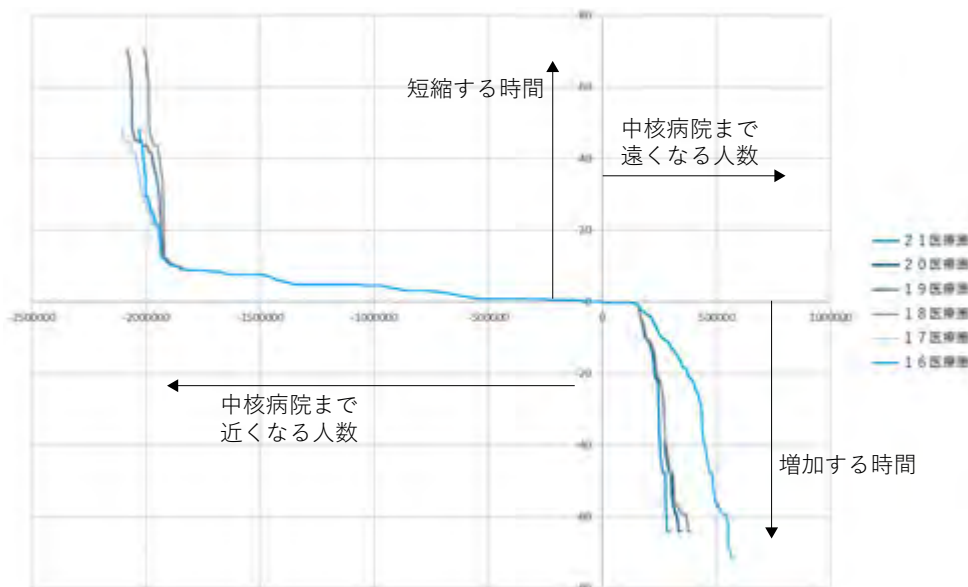
## (3) 医療圏数を変化させた場合の影響を受ける人数の検討

医療圏数を変化させるとすると、その影響は、住民の居住地によって大きく異なる。居住地の近くにあった中核病院がなくなれば、最も近い中核病院までの時間距離は増加し、逆に近くの病院が新たな中核病院となれば移動のための時間距離は減少する。

ミニサム手法の適用結果にこの考えをあてはめ、人口は500mメッシュ人口ごとに、最適化によって医療圏数が増えたときの時間距離を算出した。その結果から移動時間が変化しない人を除き、時間が減少する順に並べ替え、横軸を人口としてグラフ化した（図5）。ここで示されたように最適化16～21医療圏いずれでも、数分の利益がある人が最も多く、190万人程度存在する。また10分以上、大きく移動時間が減少する人は最適化する医療圏数によって異なり、最大で20万人程度となった。一方、病院までの時間距離が増加する人は医療圏を少なくしていくにつれ大きくなり、16医療圏では59万人程度であった。

より詳しく影響を考察するために、病院までの距離が5分以上変化した人を集計したところ、最適化した16医療圏では短縮した人は約68万人、増加した人は約37万人であった（表3）。





出典：国勢調査 国立社会保障・人口問題教育研究所の将来人口推計

図5 ミニサム適用後の中核的医療機関への遠近影響を受ける人数

表3 医療圏の最適化によって移動時間が5分以上の影響が出る人数

最適化医療圏数	5分以上 時間短縮	5分以上 時間増加	5分以上 人数差
21	742,450人	125,634人	616,816人
20	742,450人	172,077人	570,373人
19	742,450人	213,957人	528,493人
18	669,662人	213,990人	455,672人
17	749,908人	366,068人	383,840人
16	677,120人	366,101人	311,019人

以上より、ミニサム手法によって最適化を行うことで、住民全体に平均的な受益が得られる形で医療圏数を減らすことが可能となり、それは病院経営上もメリットがあり、受益を得る住民はそうでない住民よりも多いことが示唆された。今回の結果より、受診（療）者の居住地と医療圏の中核的医療機関への陸路を活用した場合の移動負担増となるグループと負担減となるグループとの調和する点を検討事項とした場合、現行21圏域の二次医療圏から、16～19圏域数とする再編案が社会的合意形成を図る上で合理的と考えられた。しかしながら、現実には複数の中核となる医療機関が存在することもあり、今回選定した二次医療圏内で一つ

の医療機関が最も近いものであるとは限らないことには注意が必要である。

### 3 高規格道路の供用開始と広域医療圏形成の可能性

前章の結果では、医療圏の最適化によって多くの人が利益を得られることを示したが、その中で病院までの時間距離が増加するというデメリットがある人もいることが示された。こうした問題に対する解決法のひとつの例として、江差－木古内－北斗茂辺地－函館間の高規格道路が早期に供用開始となった場合のシミュレーションを行った。

この地域の受診（療）者が抱くと思われる期待アクセシビリティを中核病院までの時間距離で評価した場合、現状の医療圏設定と比較して、最適化した医療圏では時間距離が増加する。ここに高規格道路が開通した場合（図6）、主に南檜山医療圏の住民を中心に（一部、北渡島檜山や南渡島医療圏内の住民において）、平均16分間の時間短縮効果があり、約4.1万人が時間短縮効果を受けられると試算された。道路整備によるアクセシビリティの改善が、医療圏の再編、医療資源



図6 江差－木古内－北斗茂辺地－函館の高速道路（シミュレーション）と現行道路

の効率化を図り、医療機関の最適配置化を目指した医療圏数の縮小に伴う影響を緩和させる可能性が示唆された。

高規格道路の延伸効果の評価は単純な時間距離評価に留まらないことから、各医療圏間での情報共有が進むことが期待される。急性期患者に対する適切な医療行為を評価するためには、時間短縮による直接的な効果とともに、病態の回復期・慢性期における評価ともになされるべきである。すなわち、近い将来、より広域的な医療圏として、中核的医療機関、一般病院、診療所の間で医療情報ネットワークの整備とともに、今後の情報通信技術の進展により、最適化された医療圏における中核的医療機関を中心とした医療サービスの地域的な集約化が期待される。

## おわりに

本研究では、将来人口の予測値を基に、医療サービスの基本となる医療圏の適正配置化を医療機関へのアクセシビリティの改善が得られるようミニサム手法にて最適化し、計画道路網の整備がもたらす効果を踏ま

えて、適切な医療資源配置や医療圏数設定の可能性を示した。

医療圏間の衡平性と医療資源の効率性の観点から、医療圏の再編、最適配置化の検討にあたっては、移動時間と距離を基礎に医療機関の一定規模の人口カバー数を考慮した上で、社会的合意形成に向けた根拠と指標の設定が重要と考えられる。医療機関へのアクセスの改善効果は、医療サービス面への受益効果が大きいと推測され、また、医療圏の適正配置化については、地域住民全体の受益損に及ぼす程度を考慮しながら、道路交通ネットワークの整備と一体となった取り組みによるスマートな縮小方策展開の必要性が示唆された。

※ 本稿はサマリーであり、研究成果の詳細については、是非、下記をご覧ください。

大西浩文、辰巳治之、高塚伸太郎、樋室伸顕、小山雅之、山口徳蔵「道路交通網を基盤とした医療資源の適正配置に係る研究」『北海道開発協会令和元年度助成研究論文集』（一財）北海道開発協会ホームページ。