

# 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

札幌医科大学	医学部公衆衛生学講座教授	大西 浩文
札幌医科大学	医学部解剖学第一講座教授	辰巳 治之
札幌医科大学	医学部医療人育成センター物理学教室講師	高塚伸太郎
札幌医科大学	医学部公衆衛生学講座講師	樋室 伸顕
札幌医科大学	医学部公衆衛生学講座助教	小山 雅之
札幌医科大学	医学部公衆衛生学講座研究員	山口 徳蔵

## I. 背景と目的

### I-1. 地域社会構造の著しい変化

我が国の人口は、1920年代から減少傾向が続いているが、特に北海道の人口は全国より約10年早く人口減少の曲面に突入している。今後も生産年齢人口や年少人口の割合が低いという北海道の人口構造の特徴を考えると、将来の出生率の向上や転出超過傾向の抑制が図られたとしても、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る。

このような少子高齢化の進展による人口構造の変革は、疾病構造の変化にも影響を及ぼすことが予想される。人生100年時代において、今後、健康寿命の延伸を図り、急速な人口減少を迎える過程において、「何時でも」、「誰でも」、「何処でも」安心して医療サービスの提供が可能となる体制を整えることは、次世紀に向けての今日的な課題となっている。

とりわけ、北海道では、過疎化の進行や無医地区の拡がりが進む中で、病院の再編・統合化が議論されてきている。全国的には、地域における公共事業や公共サービスの供給を効率化する一方で、地域特性を見出すことで、異なる地域間の競争力を確保するなど、「賢く縮小する」ことの必要性が議論されつつある。

本研究では、北海道のような広域分散型の地域社会を題材に、道路交通網の整備という社会資本の在り方と医療資源の将来に向けた適正配置の在り方との相互関係を調査・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する。

### I-2. 国民皆保険制度と医療供給体制の基本となる医療圏

わが国の医療制度の特徴として、すべての国民は公的医療保険で保障され、医療機関を自由に選べる点が挙げられる。被保険者（国民）は、国民健康保険（以下、国保）、後期高齢者医療制度（以下、後期）、全国健康保険協会（以下、協会けんぽ）、健康保険組合（以下、健保組合）、共済組合（以下、共済）などいずれかの医療保険に加入し、いつでも医療機関を自由に選択し、医療サービスを受けることができる制度が維持されている。

他方、医療サービスを提供する体制としては、医療法に基づき都道府県が定める医療計画に医療圏が示されている。この医療圏は、行政区域を単位とする二次医療圏と、原則として

都道府県ごとに1つ定められる三次医療圏に分類されている。北海道では現在、21圏域の二次医療圏と例外的に6圏域の三次医療圏が設定されている。三次医療圏は高度な医療を提供する医療機関を中心に形成され、道内6圏域の中でも十勝医療圏は唯一、二次医療圏と三次医療圏が重なる形で設定されている。これらの医療圏が医療提供体制の大枠を形成し、施策展開がなされている。

しかし、道内179市町村の人口動態を概観すると、一部地域への人口の偏りが続き、過疎地域の拡がりや急速な高齢化によって地域の活力が削がれていることが懸念される。さらに、人口の偏在・過疎化や高齢化傾向が続くことで、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が危惧されている。

本質的に、将来の地域社会の構造的な変革に対応する医療資源の適正な配置、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。

北海道は本州各都府県と比較し、歴史が浅く、社会資本の整備が未成熟、かつ資本効率の脆弱性も指摘される中にある。これら北海道が直面している課題の中で、道路交通網の整備が果たす役割は大きく、急速な人口減少が予想される地域を「賢く縮小する」ための基盤となり、医療サービスの充実を図る上で大きな意義を有していると考えられる。

### I-3. 地域社会構造の変革を助長する人口減少と高齢化、経済発展の鈍化

国立社会保障・人口問題研究所の将来人口の推計値では、北海道の人口は各市町村とも、約3~4割減少しつつ、高齢化が進み、地方の中心となる都市への集中化が進展すると予測されている。このことは、医療資源の効率的な配置問題として具現化し、人口減少地域の医療機関の再編・統廃合問題に波及するものと予想される。地域の社会資本の基盤を揺るがしかねないと考えられる。

北海道の行政区域は、市35、町129、村15、計179の市町村で構成されており、市町村数は一次医療圏を形成する行政単位として形成している。また、北海道内には、562の病院、3,380の診療所、2,350の薬局が点在しており、このうち札幌市を中心とする札幌二次医療圏への集中化が著しい。

## II. 対象と方法

### II-1. 対象地域の選定とデータの収集・分析方法

医療サービスの提供体制の現状と将来について分析検討するにあたり、対象地域を北海道内の 179 市町村の行政区域を単位とする二次医療圏および三次医療圏における物的・人的医療資源と受診(療)者の受療動向の分析を行った。

人口動態は、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ならびに北海道保健統計年報を用いた。また、医療費や受診(療)者の動向については、厚生労働省から NDB (National Database) の提供を受け、個人情報秘匿後のデータを活用した。二次医療圏別の統計データは、市町村毎に名寄せ後の受診者数、医療費、傷病名(中分類)別に集計整理を行った。

また、北海道保健統計年報、北海道医療機能情報システムから、医師・歯科医師・薬剤師・看護師・専門医等の人的資源ならびに、機能別病床数等の物的資源について抽出し、GIS (Geographic Information System; 地理情報システム) を用いて解析・可視化を行った。

次に、医療サービス面において、人口や医療資源の偏りが居住者の属する医療圏(圏内)から遠隔地(圏外)の医療資源の充実した医療機関を受診する契機になるとの仮説のもとに、医療圏と医療資源の適正配置化について追究を試みた。条件設定として、医療機関へのアクセスは陸路のみの活用を前提とした。道路交通網の整備がもたらす効果に注目し、居住地から医療機関への時間・距離を把握し、GIS を用いて評価した。評価法として、北海道全域を対象地域とし、後述するミニサム型モデルを適用することで医療圏の最適化を図った。

最後に、災害時医療や安否情報に欠かせない避難個所の位置情報と住民の仮の位置情報から、道路の利用場面のシミュレーションを行った。

以下に、それぞれ項立てて記載する。

### II-2. NDB の利用

NDB (National Database) とは、医療機関を受診した際に、医療機関から保険者に対して発行されるレセプト(診療報酬明細書)と 40 歳以上を対象に行われている特定健診・保健指導の結果からなるデータベースであり、厚生労働省において管理されているものである。NDB のうち、本研究においては、レセプトデータの 2011 年度から 2015 年度までの 5 年間分を抽出し、分析に用いた。レセプトデータは、患者個人の病歴などセンシティブな情報が盛り込まれているため、個人情報保護とデータ管理の機密性を確保して、その利活用を行った。

NDB に収納されているレセプトの分類として、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。これら国保と後期を合わせると、被保険者は人口の概ね 4 割に達する。さらに、レセプトデータには、個々人が「何時」、「何処の医療機関で」、「どのような医療サービスを受けたか」が記録されており、保険者においては、入院か外来か、医科、歯科、調剤の別に把握することが可能となる。さらには、DPC (Diagnosis Procedure Combination; 病名や治療内容に応じて分類される診

断群分類、1日当たりの入院費用を定めた医療費の計算方式)によって、詳しく医療サービスの実態を確認することができる。他方、個人情報保護の観点からは、個人が特定されることを防ぐため、所用の措置後のデータではあるものの、研究成果の公表の際に事前に厚生労働省の確認が義務づけられおり、公表の都度、これらの手続きをクリアすることが求められるものである。

## Ⅱ－３．医療圏と医療構想

### (1) 医療計画と医療圏

北海道における医療圏は昭和55年に「北海道保健医療基本計画」が策定され一次保健医療圏域が市町村の行政区域を単位として、二次保健医療圏が21圏域、三次保健医療圏は4圏域(道南・道央・道北・道東)が定められた。その後7度(昭和63年、平成5年、平成10年、平成15年、平成20年、平成25年、平成29年)の見直しと策定が行われて、現在、21圏域の二次医療圏、6圏域の三次医療圏が定められている。

### (2) 二次医療圏と三次医療圏

医療を提供する際、重要な意義・役割を担う医療圏は、医療法に基づく二次医療圏と三次医療圏として医療計画の中に盛り込まれている。この医療圏は、病院の病床及び診療所の病床の整備を図るべき地域的単位として定めることとされている(医療法30条の4の規定に基づき、都道府県が定める)。北海道の現行の計画期間は、平成30年度(2018年度)～令和5年度(2023年度)とされている。

### (3) 地域医療構想

北海道の地域医療構想は、2025年のあるべき医療提供体制を目指すもので、基本的には二次医療圏と同じ区域として設定されている。地域医療構想の病床機能区分において、診療密度の高い医療提供の順に、高度急性期、急性期、回復期、慢性期などに区分されている。しかしながら、必ずしも構想区域での完結性をもとめられているものではなく、高度急性期から連続して急性期の状態に移行した場合、同一機能の病床への入院も止むを得ないとしつつ、急性期、回復期、慢性期の機能区分は、できるだけ構想区域内の対応が望ましいとされている。

よって、構想区域の設定にあたっては人口規模、受診(療)者動向、疾病構造の変化、基幹医療機関までのアクセス時間の変化等、地域社会の将来の変化要因を勘案して検討し、設定するよう求められている。北海道においては2016年(平成28年12月)において、これより先に策定されていた北海道医療計画の「改訂版」の一部として定められている。この構想区域は、医療法に基づく二次医療圏及び介護保険法に基づく高齢者保健福祉区域と同一で21圏域に設定されている。

## Ⅱ－４．GISの活用

### (1) GISとは

GIS (Geographic Information System) は地理情報システムと訳され、地理的位置を手がかりに、位置に関する情報を持ったデータ (空間データ) を総合的に管理・加工し、視覚的に表示し、高度な分析や迅速な判断を可能にする技術である。位置情報をキーとしてさまざまな異なる情報の統合化や、複数の情報を総合的に管理・加工するなど情報の関係性・パターンなどを導き出し、これらをコンピューターの地図上に視覚的に表示することで、迅速な判断に資するためのシステムである。本研究では、ESRI 社が提供する ArcGIS Pro を主に用いて解析を行った。

### (2) 医療圏内における医療サービスの提供体制の検討とミニサム手法の適用

医療資源の最適配置化の良否の基準として医師、歯科医師、薬剤師、看護師などコメディカル的人的資源ならびに病床数、施設整備 (例: CT, MRI, ICU) など物的資源の配置を吟味する必要があるが、ここではミニサム手法の考え方を採り入れた医療資源の配置を分析・検討した。

医療圏は、地域の中核的な医療機関の位置を中心地として形成されることを前提と考える。中核的な医療機関となりうる候補病院は、一定範囲に一つ、その範囲内で最大の病院機能を持つものであるとの考えに基づき選定した。具体的には平成 28 年度の北海道の病床機能報告にある高度急性期病床か急性期病床がある病院であると定義し、そのうち市区町村で最大 1 つ、二次医療圏内で 2 つの病院機能が大きい病院を選定した。病院機能は病床数の多い方を大きいと定義し、高度急性病床数の方が急性病床数よりも病院機能が大きいものと定義した。また、二次医療圏内で 2 位の病院に比べ 3 位の病院の病院機能がほぼ同じである場合 (同種の病床数が 95% 以上の場合) は 3 位の病院も中核病院候補とした。これにより 44 の病院が候補として選定され、この中から 21~16 病院を 2015 年の北海道人口 500m メッシュのデータを基にミニサム手法を用いて、最適な組み合わせを抽出した。

また、上記と同じ考えを使って、二次医療圏内で一つの中核病院を選定し、北海道人口 500m メッシュを基に、最も近い中核病院までの総移動時間距離や平均移動時間を求めた。この結果は、現在の医療圏区分での結果であり、最適化した結果との比較のために用いた。

### (3) ミニサム手法による医療圏の最適化

医療機関の位置 (経緯度) を特定し、国保および後期の被保険者がどの位置 (500m メッシュ地域内) から医療機関を選択し、どのような医療サービスを受診 (療) したかについて検討した。被保険者それぞれのレセプトデータ (診療報酬請求書) に記載されている情報と、道内の二次医療圏内に存在する医療機関の位置情報を結合させ、どの地域からどの程度の受診 (療) 者が移動しているか、さらに人口減少が医療圏設定にどのような影響をもたらすかを利用者の総移動距離の最小化を図るミニサム手法を用いて分析した。

ミニサム手法の適用にあたり、統計局の国勢調査に関する地域メッシュ統計 500 メートルメッシュ人口と NDB から得た受診 (療) 行動の現況を算定し、これを基本にして将来の人口減少動向の影響を比較する方法で評価を行った。算定にあたっては、個々人の個別事情は一切考慮することなく、一律に時間と距離に従属することを想定した。被保険者は医療サー

ビスを受診（療）する際に、地域医療の中核と目される医療機関に移動すると条件づけた。これら条件の中で、ミニサム手法を用いて、人口減少がもたらす時間や距離の延伸の影響が最小となるように、中核医療機関を中心とした医療圏の最適配置化の検討を行った。

また、道路交通網の状態について、例えば、夏季と冬季の道路利用上の時間差や、特別の規制はないとした上で、同一の市区町村内にある中核的な医療機関の受診者の選好性も度外視して、時空間を一定の条件に設定し算定した。

将来の人口減少、高齢化、疾病構造の変化は、公表されている資料の予測値や NDB から得た受診（療）者のデータに基づき、現状との比較を行った。

人口減少は一般的には 1 人当たりの資源効率性を低下させる。この場合の資源とは、医師等の人的資源や病床数ならびに MRI、CT、ICU などの検査機器といった物的資源を指す。これら人的・物的資源が一体となって医療提供体制として機能することを前提とし、医療圏の最適化を求める際の指針として活用した。

医療資源配置の衡平性や効率性は、道路交通網というハード面の社会資本と一体として機能し、医療圏間においては相互に関連して、発展基盤を形成されるであろうとの考えから、特に GIS の活用の際には医療機関へのアクセシビリティは、国道の計画基幹道路を参考にケーススタディー的にミニサム手法により算定した。

GIS を用いた医療資源の適正配置化の検討において、ミニサム手法を医療サービスの局面にあてはめると、例えば、慢性期の受診（療）者の全員の医療機関までの時間の合計の最小化を考える際に有用であり、他方、ミニマックス手法の考え方では、例えば、医療機関への時間距離が、長くなり不利益を受けそうな場合の最小化や災害時に最も逃げ遅れる人の避難時間の最小化の実現を図る医療機関の位置、あるいは医療圏を選定しようとする際に有用である。

本研究においては、主として前者のミニサム手法を適用し、人口減少の変化を主要な変化要因として捉えて二次医療圏間の現状把握と将来を展望した。また、地域的な均衡、受診（療）者側における衡平性と資本効率を勘案し、後者のミニマックス手法の考え方を踏まえて、医療圏の在り方の検討を行った（図-1）。

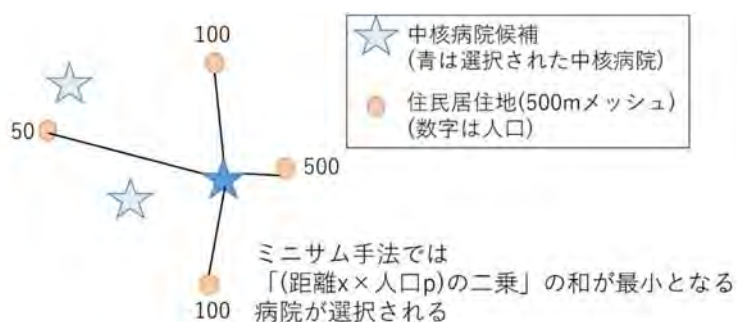


図-1. ミニサム手法を使った医療圏の中核病院選択の概念図

## II-5. 北海道の基幹道路の供用区間と計画

北海道の道路交通網の基幹道路となる高規格幹線の計画道路は約 1,800km であり、うち開通区間は約 1,100km、全国の約 82% に対して北海道は約 60% と低い。高速自動車道では全国では 11,520km の計画のうち開通区間は 8,778km (約 76%) であるが、北海道では 1,375km の計画中、開通区間は 747km (約 54%) でいずれも開通区間の進捗率が劣っている。しかし、高規格幹線道路は、整備計画に沿って順次整備され、開通区間の距離も次第に延伸されつつある (図-2)。

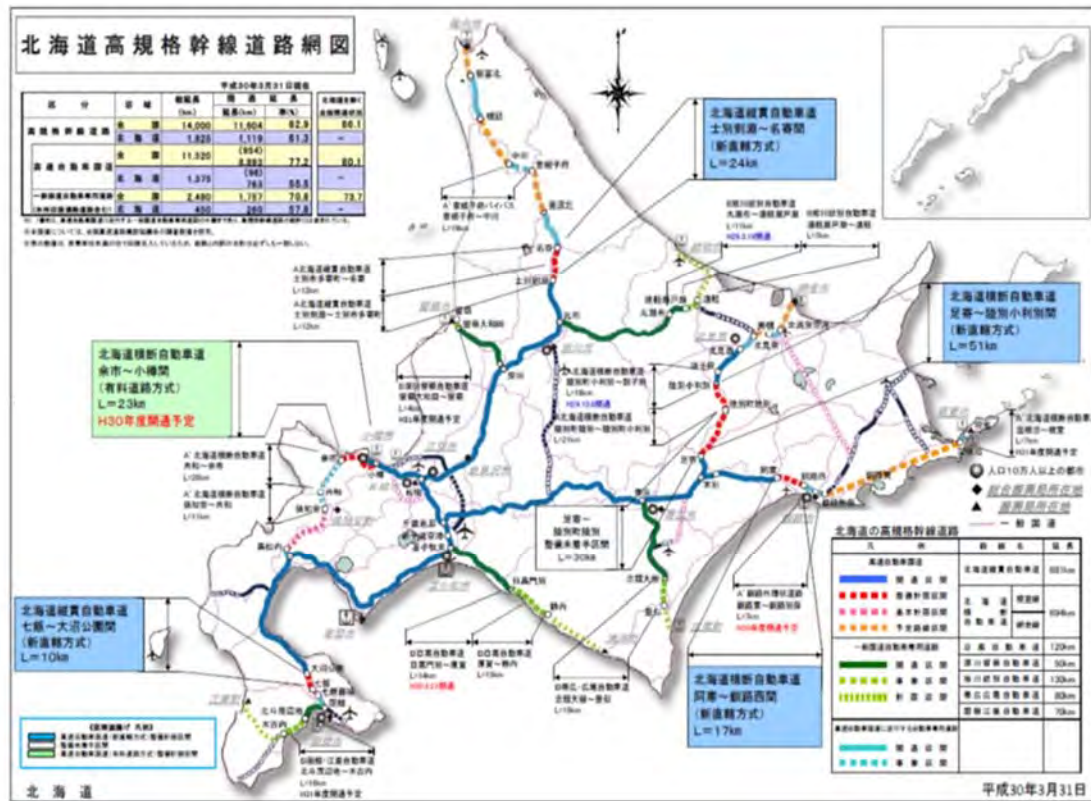


図-2. 国土交通省北海道開発局資料 (平成 30 年 3 月 31 日)

GIS を用いて分析するにあたって、高規格計画道路の一部区間が共用されたと仮定した場合、地域住民や医療機関にどのような影響を及ぼすかについての検討を行った。

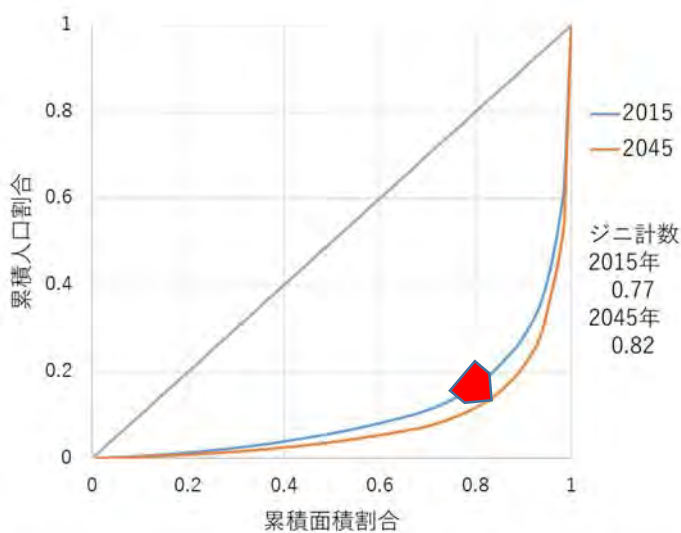


### Ⅲ. 結果と考察

#### Ⅲ－１. 人口密度と人口構造

##### (1) 人口密度の希薄化と集中化傾向

北海道内の総面積に大きな変動はないと仮定し、人口の偏りを 179 市町村の面積と人口から見た場合、2015 年と 2045 年のジニ係数（所得格差を示す指標であり、完全な所得分配ができている場合に 0 となる）は 0.77 から 0.82 に増加する（図-3）。特定の地域への人口の偏りが進展することを示すものであり、一部地域への人口の移動による過疎化の進展や無医地区の広がりが懸念される。



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

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。

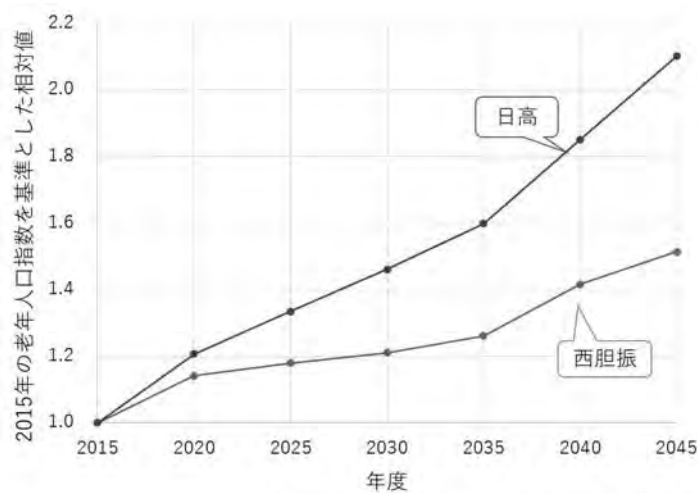
図-3. 北海道の将来推計人口におけるローレンツ曲線

##### (2) 二次医療圏別高齢化の進展

北海道の高齢化の進展は、2015 年の老年人口指数を 1.00 とした場合 2045 年では 1.82 に変化する。これを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である（図-4）。

このような高齢化の進行がもたらす疾病構造や病態に着目すると、回復期、慢性期に応じた医療提供体制の緩やかなシフトの必要性が増すことが予想される。





社人研『日本の将来推計人口平成30年度版』より作成

図-4. 二次医療圏別、高齢化進展のスピード

### Ⅲ-2. 二次医療圏別受診(療)者の圏内・圏外割合

二次医療圏は、「一体の区域として病院等における入院に係る医療を提供する体制の確保を図ることが相当であると認められる区域を単位として認定すること（医療計画策定指針（平成24年3月30日医政発0330第28号）」とされ、その際、地理的条件等の自然的条件や日常生活の需要の充足状況、交通事情等社会的条件を考慮するものとされている。一般の入院に係る医療を提供するような体制を意味していることから、基本的には、居住地に属する二次医療圏内において医療サービスを受療できることを常態とし、健康の維持増進が図られ得るであろうとの医療圏設定の考え方である。そのように解するならば、いわゆる圏外受診は、起こらないか、もしくは、例外的（受診者の医療機関を選択する自由の保障）に発生すると解される。しかしながら、実態は図-5のとおり圏外受診(療)者の割合の高い医療圏が少なくない。なお、厚生労働省の行政指導においては、圏外受診(療)者流出入は20%を一つの目安にしている模様である (<https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-10801000-Iseikyoku-Soumuka/0000058300.pdf>)

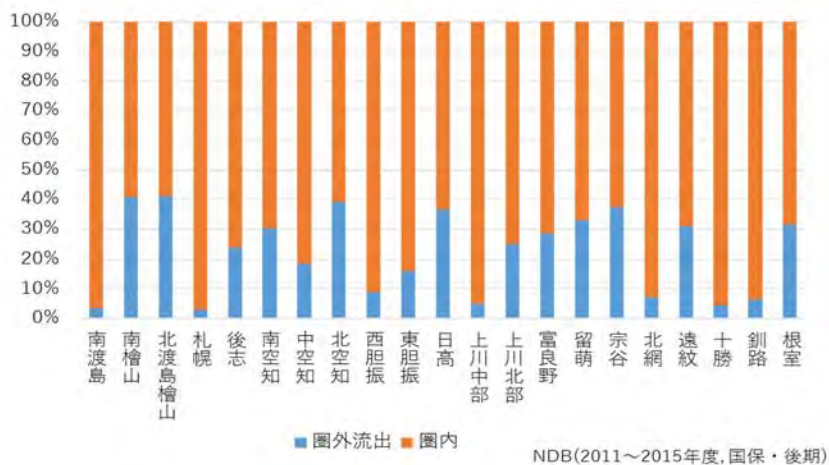


図-5. 受診(療)者の圏内・圏外割合

### Ⅲ－３． 際立つ市町村間における受診（療）動向の相違

国保加入者の受診（療）者のうち2011年9月に医科を受診した者の受診率を市町村レベルで解析すると、およそ10%を超える差がみられた（受診者数/被保険者数）。レセプトデータは医療サービス提供の対価の請求明細書としての位置づけであることから、この市町村間における医療費のバラツキについて明らかにすることはできない。疾病構造の相違、罹患率の相違、治癒率、致死率、健常者の流入などの相違が想定されるが、その要因の検討は本研究で用いたレセプトデータから導出することは困難であった（図-6）。



$$\text{受診率} = \frac{\text{患者数}}{\text{被保険者数}}$$

図-6. 国保加入者の受診（療）者 2011年9月

### Ⅲ－４． 医療資源と受診（療）者行動

#### (1) 二次医療圏別比較による医療資源と受診（療）者の割合

2011年度～2015年度の5か年間について、二次医療圏毎にNDBのレセプトデータを用いた患者数、医師・看護師等の人的資源のカテゴリーに分類したデータの分析結果から、医療資源の集積度に相応して医療圏の内外からの受診（療）動向に特徴がみられた。道内三医大（北海道大学・旭川医科大学・札幌医科大学）の存在する札幌・上川中部医療圏、長期に渡って集積された道南、北網、釧路に加え、三次医療圏と二次医療圏が同一の十勝医療圏において、人的医療資源に、ほぼ相応する形で医療サービスの提供体制が形成されていることが示された（図-7）。

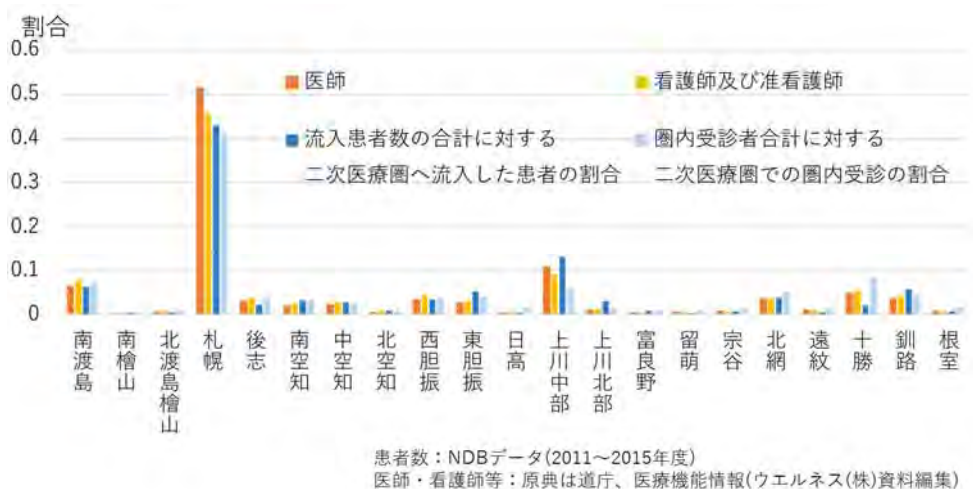


図-7. 医療資源の集積と受診（療）者動向

## (2) 専門医(学会認定)の分布状況

救急医療の場面が多い傷病名の例として、くも膜下出血、脳内出血、脳梗塞等の治療に当たる脳神経外科専門医の分布を図8-①で示す。慢性期のコモンな傷病名の例として図8-②に糖尿病専門医の分布を示す。これらは二次医療圏の中心都市にある医療機関にほぼ同様に偏在していることが示された。



図8-①. 脳神経外科専門医のいる病院

急性期脳梗塞に対するt-PA（組織型プラスミノゲン・アクティベータ）静注療法は発症後4.5時間以内の投与が原則となっている



図8-②. 糖尿病専門医のいる病院

専門的知識を基に質の高い糖尿病の診療、患者への指導、糖尿病診療チームのリーダーとして院内活動、院外との連携が重要な役割

## III-5. 二次医療圏における医療資源

### (1) 物的資源の代表値である病床数

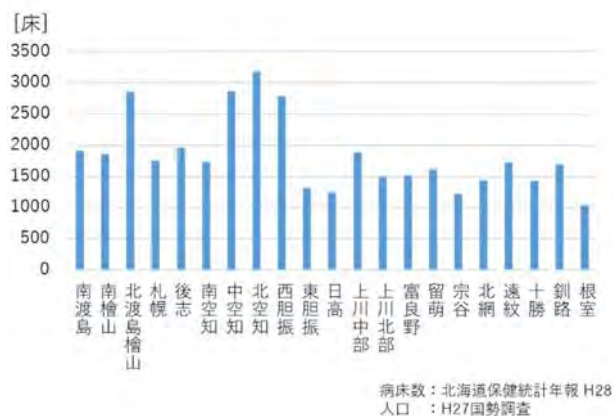


図-9. 病床数 (人口10万あたり)

医療サービスの提供は、人的資源と物的資源(施設、設備など)とが一体となり、合理的に運営されることが期待される。しかし、人口減少地域ではこの前提条件が崩れ、医療圏の維持そのものを侵食する恐れがある。このことから、物的資源の代表値として、病床数を人口10万人あたりの数で補正し、医療圏別に並べてみると、図-9のようにバラツキがみられた。

### (2) 受診(療)者の圏外受診の誘発要因

人的資源との相関関係があるものの、人口密度が高い医療圏が、必ずしも病床数が多いわけではない。そこで、これら医療資源と圏外受診者数との相関係数を算出した。有意な相関は、医師数 $\cdot 0.627$  (p値 0.002)  $\cdot$  老年人口  $0.523$  (p値 0.015)  $\cdot$  脳血管疾患死亡  $0.0645$  (p値 0.002) で、病床数  $0.165$  (p値 0.474) であった。これらの医療資源と圏外受診との関係について、重回帰分析を行い検討した。この結果、人的資源の代表値として位置づけた医師数との間に

は、属する医療圏内の人的資源（医師数）が少ないと医療圏外で受診、脳血管死亡率が高いと、圏外受診が多くなるという有意な要因が認められた（表-1）。

表-1. 圏外受診者数を従属変数とした重回帰分析

	標準化計数	t値	有意確率
脳血管疾患死亡/10万人	0.591	4.890	0.000
医師数/10万人	-0.571	-4.728	0.000

脳血管疾患死亡者数：北海道保健統計年報H28  
 医師数：原典は道庁、医療機能情報(ウエルネス(株)資料編集)  
 人口：国勢調査H27

### (3) 圏外・圏内受診割合

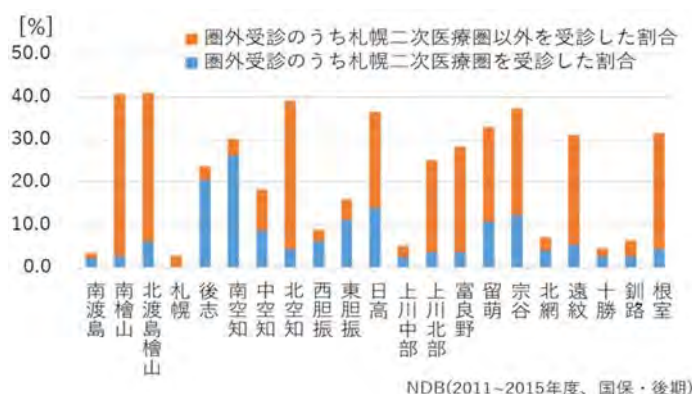


図-10. 圏外受診率と札幌二次医療圏受診の割合

圏外受診と圏内受診との比較において、一般的には前者の受診者は時間的、経済的、精神的な負担が大きいと推量される。二次医療圏の圏外受診者の割合の多い医療圏のうち 40%前後を占める医療圏が 3 医療圏で、30%を超える医療圏は 9 圏域であった(図-10)。一方で、医療圏外受診者の割合が少ない医療圏は、南渡島など 7 医療圏に留まった。

圏外受診の割合が高いことが、流出元の医療資源の不十分性を表しているものなのか、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、圏外受診における受診（療）者行動において、共通要因が潜んでいると推量される。特に、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は、圏外受診者割合が高いことは、医療資源の賦存量と、医療機関へのアクセスの良否が関連していると推察される(図-11)。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(図-10)。

### (4) 道路交通ネットワークの医療サービス面に果たす役割

陸路に依存する人々の医療機関へのアクセスの良し悪しは、急性期医療のみならず、慢性期医療においても、その時間的・経済的・精神的負担に及ぼす影響は少なくない。

医療サービスの受診（療）者（需要者）から望まれる医療資源の適正配置化は、受診（療）者の負担を軽減し、早期の健康回復とその維持にあると思われる。このようなニーズに対応する手立てとして、医療資源の非流動性と医療情報の非対称性を踏まえて、どのような対応の可能性があるかを分析・検討した。

長期にわたり、医療資源が徐々に集積しつつあって、地域の中心都市として、医療資源を

含む社会資本が形成過程にあると目される市町村の中から、複数を将来の中核的医療機関の候補地として選定した上で、ミニサム手法を適用し、2045年の人口・疾病構造の変化を織り込んで次項で検討した。

### Ⅲ－6. 新たな医療圏の中核的医療機関及び位置形成に向けて

#### (1) 新たな医療圏数と中核的医療機関ならびにその地域

現在の21二次医療圏での中核的医療機関までの平均移動時間は22.5分であった(表-2)。一方で最適化した21医療圏では平均移動時間は20.4分と減少した。これは中核的な医療機関を設定する最適化の余地があることを示している。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のだから、平均的には移動時間が増加すると考えられる。だが、この結果は、最適な中核病院を基にした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に済むことを表している。

表-2. 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
21	109728881.1	20.4
20	111664571.7	20.8
19	113927914.1	21.2
18	116598524.4	21.7
17	119458129.3	22.2
16	122128739.6	22.7

#### (2) 二次医療圏数を減らすことの将来的なメリット

北海道の人口は、減少傾向を辿っており、2045年には現在より約100万人減少して400万人規模となると予測されている。これは個々の病院がカバーする範囲の人口の減少を意味することにつながり、病院経営に影響を及ぼす問題に派生すると考えられる。

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(表-3)。2015年の北海道人口は約530万人であるので、平均値よりもはるかに小さく人口の偏りによる影響が大きいと予想される。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。このように患者数(カバー人口)が大幅に減少することは病院経営に困難をもたらす大きな要因になるものと予想される。

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及び病診連携等による医療機能の分化と連携



が進展するならば、単純に病院ごとのカバー人口は増加すると考えられる。医療圏を最適化した結果は、表 3 で示した通り、現在の最少となるカバー人口は 21 医療圏でも多くなり、2045 年の 16 医療圏では 28,214 人となり、2015 年の水準には届かないものの、現状のままの 2045 年水準と比較すると 2 倍以上であり医療圏数を減らすことで地域の中核と目される病院の経営環境の改善が予想され、将来への展望が開かれる。

表-3. 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	37260人	13492人
最適化 21 医療圏	44127人	19381人
最適化 19 医療圏	56505人	27103人
最適化 16 医療圏	56505人	28214人

### (3) 医療圏数を変動した場合の影響を受ける人数

医療圏を現在と変更したとすると、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、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減したときの時間距離を算定した。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-11)。

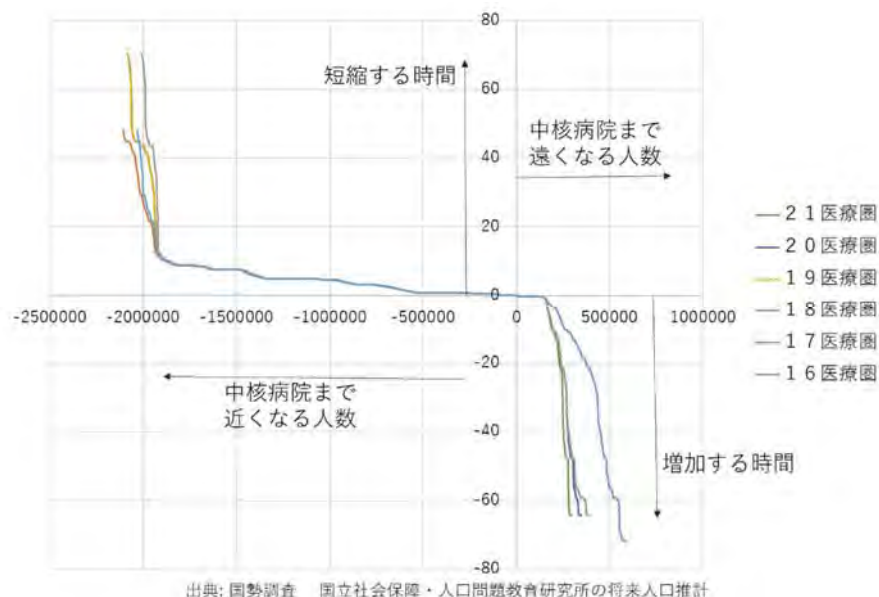


図-11. ミニサム適用後の中核的医療機関への遠近影響を受ける人数

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大きくな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-4)。

この結果は医療圏の最適化によって、利得を得る人のほうが、その逆よりも多いことを示しており、最大多数の最大幸福という観点からみても意義深いと考えられる。

表-4. 医療圏の最適化によって移動時間が 5 分以上の影響がある人数

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	742450	125634	616816
20	742450	172077	570373
19	742450	213957	528493
18	669662	213990	455672
17	749908	366068	383840
16	677120	366101	311019

#### (4) 医療圏再編の方向性

ここまでの解析結果は、二次医療圏に中核となる医療機関が一つ存在し、住民は最も近い中核医療機関へ行くとの仮定の上に成り立っている。この仮定の上で、(1) 適切な候補を選んだうえでミニサム手法によって最適化を行うことで、(2) 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、(3) それは病院経営上もメリットがあり、(4) 受益を得る住民はそうでない住民よりも多いこと、を表した。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、受診する医療機関が最も近いものであるとは限らない。これらの点で本研究の解析結果には限界がある。

### Ⅲ-7. 高規格道路の整備及び災害時における受診(療)者への対応

#### (1) 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をシミュレーションする。

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-12)、主に南桧山医療圏の住民を中心に(一部、北渡島桧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。医療圏の再編、医療資源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の緩和効果が予想される。



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。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間に中核的医療機関、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。



図-12. 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

## (2) 緊急災害時における受診（療）者への対応

2018年9月の胆振東部地震の事例を教訓に道路交通網整備と今後の備えに向けてミニサム手法により検討を行った。



図-13. 胆振東部地震の救急搬送人員と復電率

発生の翌日9月8日の午前中には50%の地区で停電が解消したので、在宅酸素療法（HOTA）患者だけではなく、透析医療も含め、特定の医療機関に患者が集中する事態には至らなかった（図-13）。

地震発生後の医療危機対応として、HOTA患者は災害時の要配慮者として、普段から十分な議論が行われるべきであるが、そ

の基礎資料は十分ではない。

我々は、携帯電話の充電を行うために避難所にやってくる市民から着想を得て、「HOTステーション（仮称）」構想を検討している。非常時でも酸素の供給が保たれば、比較的軽症なHOT患者の場合、酸素を供給する「場」を提供し、患者自身がステーションに集まってくるような画を描いている。そこで、本地震初日に最も搬送が多かった札幌市内に限定して、以下に示すシミュレーションを施行した。

HOT患者の区ごとの患者数から、居住区内推定患者数を算出した。これら患者が、仮に各区に1施設存在する保健センターに集まるとすると、表-5に示すようにほぼ均等に分散することがわかる。次いで、ミニサム手法を応用し、患者の移動の際に居住区をまたぐことも許容して、最も距離の近い施設に移動するような条件を設定し、1つの施設に最大何名が集まるかを検討した。仮に、災害時に要配慮者となった多数のHOT患者に、酸素を供給するための「場」、つまり「HOTステーション」を提供するならば、患者はもとより関係者の合理的な対応が期待できる。

行政上も人員や資材の運用がしやすい、札幌市内各区に設置されている保健センターを提供すると仮定してシミュレーションした結果、表-5最右列のように北区の保健センターや手稲区の手稲保健センターでは患者の集中が予想される。これら地域では分散化のためのその位置とハザードマップなど既存情報を活用し、例えば、移動距離と災害時の道路交通網とを勘案した自治体における施策検討や町内会における避難誘導等の際での有用な情報としての活用が期待される。

表-5. 札幌市内各区に設定したHOTステーションへの患者移動

No.	区名	施設名	居住区内推定患者数	Minisum	
1	中央区	中央保健センター	253	210	札幌市内各区におけるHOT患者の推定患者数と、区を超えた移動を許容した場合の各区・保健センターごとの患者の移動数
2	北区	北保健センター	274	423	
3	東区	東保健センター	299	167	
4	白石区	白石保健センター	233	242	
5	豊平区	豊平保健センター	250	169	
6	南区	南保健センター	183	203	
7	西区	西保健センター	220	225	
8	厚別区	厚別保健センター	163	182	
9	手稲区	手稲保健センター	221	253	
10	清田区	清田保健センター	102	124	

#### IV. 結論（まとめ）

医療法に基づく現在の北海道21圏域の二次医療圏と6圏域の三次医療圏は、北海道の特殊な地域性を鑑み検討され、これまでに集積されてきた医療資源を基礎とし医療圏の基盤が形成され、これまでの道内医療政策の施策展開の土台を担ってきた。

今後の人口減少・高齢化の進展、疾病構造の変化など地域社会の構造的な変革が予測される一方で、将来への医療技術の進歩発展が期待されると同時に、人々の医療ニーズの多様化も予想される中で、22世紀に向けた医療提供体制の在り方について長期的な観点から分析検討を行った。

未来の医療圏は、各市町村別の推計人口が明らかにされている 2045 年を基準とした。また、医療圏内に賦存する医療資源の適正配置化は、一般私的財のように市場で形成される財の配置と異なり、公共財としての性格を有するため、需給関係に柔軟に対応することは制約を伴う。

このことから医療サービスへの需要関数は、長期的には将来の人口の変化や、疾病の変化に加え、医療技術の進歩発展に影響され、緩やかな変化を辿ると予想される。今後の地域社会の構造的な変革過程は、人口構造の変化が主要な要因であると思われる。

また、医療資源の適正配置化と効率性については、地域の発展基盤となる社会資本、すなわち道路網整備水準と相まってもたらされると考えられる。人口の地域的な偏りは、医療資源の効率性を損ない、圏外受診を助長させる要因となり、さらには医療の地域格差の発生要因となることが懸念される。

本研究では、将来人口の予測値を基に、計画道路網の整備がもたらす効果を踏まえて、医療サービスの基本となる医療圏の適正配置化をミニサム手法にて解析し、医療資源配置の基本的な方向性を明らかにした。医療圏の再編は、医療圏間の衡平と医療資源の効率化を図る観点から受診（療）者の受療行動を圏内、圏外受診を基準にし、分析検討した。

救急搬送など特殊なケース以外は陸路による、医療機関への移動と捉え、道路交通網の整備によるアクセシビリティの向上の期待可能性を肯定的に捉えた上で、人口減少、地域構造の変化が反映されるようミニサム手法を適用した。また、一部の地域においては、高規格道路が供用開始されたと仮定した場合のシミュレーションを行った。

現行の二次医療圏については、医療資源の集約化の方向で数圏域を減少させた場合の受診（療）者の負担について、時間距離の増減を以って単純比較した。医療資源の効率化を図り、医療機関の安定的な経営にも目を向けた指針として、医療圏の再編を行う場合、医療機関へのアクセス上、不利益な結果を受ける受診者と反対に受益者とが発生する。これら受益者の発生要因は主として、道路交通網の機能がもたらす医療サービス面への効果として推測される。

したがって、北海道における道路網の整備は、産業経済の発展に資する「血管」に類する役割に留まらず、過疎地域や無医地区の住民への医療サービスの提供体制を整える上で重要な役割を担っていると言える。

この分析結果は、受診（療）者の医療機関の選好性や、急性期や慢性期の病態などとともに、地域医療を支えている診療所の役割等、個別の事情は考慮されていない。しかしながら、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。

医療提供体制は医療の量のみならず質も求められる。本研究にて新たに提示した医療圏数は、人口構造と疾病構造の変貌と同時に道路交通網の医療サービス面にもたらす効果を勘案して評価される必要がある。地域社会構造の変革に対応した、地域医療の維持・成長・発展のために「賢く縮小する」ことを議論する上での検討資料としての活用が期待される。