

救急医療活動からみた道路整備効果の評価に関する一考察

高橋 尚人* 徳永 ロベルト** 浅野 基樹***

1. はじめに

道路事業における費用便益分析¹⁾では、「走行時間短縮」、「走行経費減少」及び「交通事故減少」の3つの効果を便益の計測対象としている。しかし、これらは全て交通量が便益換算のパラメータになっているため、地方部など交通量の少ない地域では便益を十分に説明することが困難である。

そこで、交通量に依存しない道路事業評価方法²⁾として、高次の救急医療活動（救急搬送）の観点から便益の計測を試みることにした。具体的には、高規格幹線道路が整備され、高次の医療施設を有する都市へのアクセス性が向上することによって、一定のサービス水準（本研究では高次の医療施設までの搬送時間）を享受できる町村（人口）が拡大することに着目し、同等の医療施設を建設・運営するコストに等しい効果があると考え、その便益算定を試みた。

2. 研究の方法及び結果

研究は以下の作業手順で実施した。

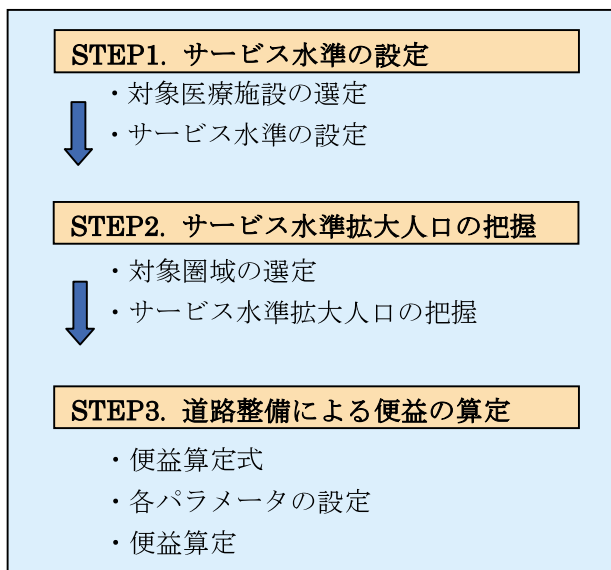


図 - 1 作業フロー

以下、作業フローに沿って詳述する。

2.1. サービス水準の設定

1) 対象医療施設の選定

北海道では北海道保健医療福祉計画³⁾に基づき6つの第三次保健医療福祉圏が定められている。第三次保健医療福祉圏とは、特殊専門的な保健医療サービスを提供するための地域的単位であって、その中核を担う高度・専門医療機関として5つの「地方センター病院」が指定されている。また、心筋梗塞等の重篤救急患者に対する高度の医療を確保するため、7つの「救命救急センター」が指定されており、本研究では「地方センター病院」及び「救命救急センター」として指定されている8医療施設を「三次医療施設」として取り扱うこととした。



図 - 2 第三次保健医療福祉圏

表 - 1 地方センター病院及び救命救急センター

第3次保健医療福祉圏	施設名	所在地	病床数	地方センター病院	救命救急センター
道央	市立札幌病院	札幌市	810床		○
	国立札幌病院	札幌市	520床		○
道南	市立函館病院	函館市	698床	○	○
道北	旭川赤十字病院	旭川市	640床		○
	名寄市立総合病院	名寄市	304床	○	
オホーツク	北見赤十字病院	北見市	628床	○	○
十勝	帯広厚生病院	帯広市	678床	○	○
釧路・根室	市立釧路総合病院	釧路市	553床	○	○

※病床数には精神科棟分を含まない
資料：地域医療行政概要（北海道保健福祉部）

2) サービス水準の設定

サービス水準は、全道34市から三次医療施設を有する7市を除く27市(以下、「都市部」と呼称)から三次医療施設までの所要時間の平均をサービス水準として設定した。算出には表-2の条件を用いた。

表-2 道路網等の条件

現況道路網	平成13年度現在の高規格幹線道路、一般国道、主要道道
アクセス経路	3次医療施設を有する市の市役所と各市町村役場間の最短ルート ※各第3次保健医療福祉圏内
旅行速度	平成11年度道路交通センサス

これら条件を用いた計算の結果、都市部における三次医療施設までの所要時間の平均は79分、全道178町村から島部の4町を除いた174町村(以下、「地方部」と呼称)では91分で、その差は12分であった。本研究では、都市部における三次医療施設までの所要時間の平均である79分を救急医療のサービス水準として扱うこととした(図-3、図-4)。

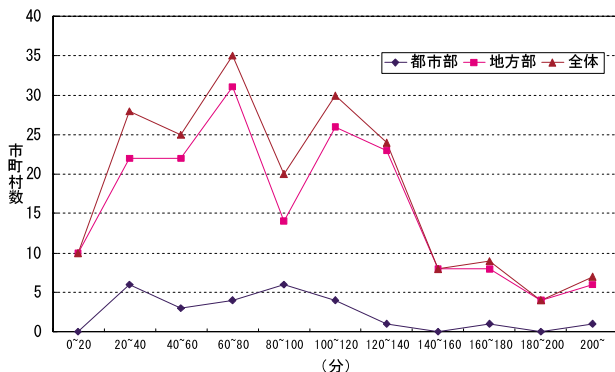


図-3 都市部と地方部のアクセス時間分布

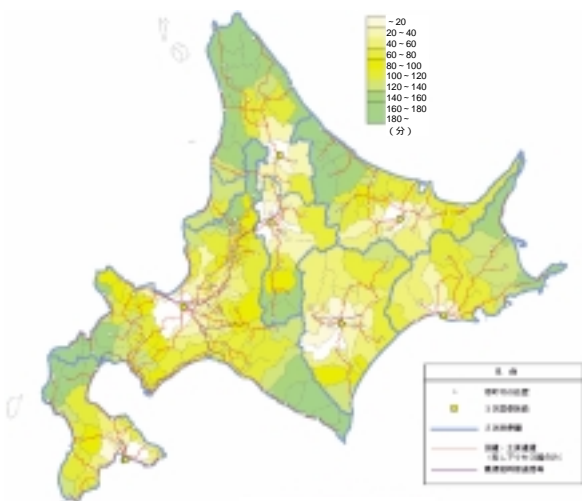


図-4 到達時間分布

2.2. サービス水準拡大人口の把握

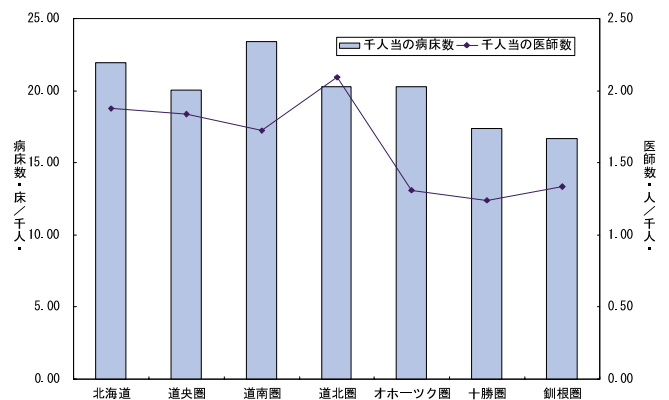
1) 対象圏域の設定

本研究では、第三次保健医療福祉圏の一つである「釧路・根室圏」を道路整備の効果を検証する圏域として選定した。当該圏域は釧路支庁及び根室支庁から構成されており、第三次保健医療福祉圏中最も人口密度が低く、人口当たり病床数が最も低い圏域となっている。

表-3 各圏域の人口、面積

圏域	人口(人)	面積(Km ²)	人口密度(人/Km ²)
道央圏	3,412,707	22,913	148.9
道南圏	516,507	6,565	78.7
道北圏	694,362	17,923	38.7
オホーツク圏	338,481	10,689	31.7
十勝圏	357,860	10,831	33.0
釧路・根室圏	363,147	14,474	25.1

資料：平成12年国勢調査



資料：地域医療行政概要(北海道保健福祉部)

図-5 人口当たり病床数及び医師数

2) サービス水準拡大人口の把握

現況道路網で三次医療施設(当該圏域においては市立釧路総合病院がある釧路市)までの所要時間のサービス水準(搬送所要時間が79分以下)を満たしているのは、釧路・根室圏の15市町村のうち釧路市を除くと釧路町、厚岸町、標茶町、阿寒町、鶴居村、白糠町、音別町の6町1村でカバー人口は68,087人、人口カバー率は39.7%である。

将来道路網は、現況道路網に加え事業中及び計画中の高規格幹線道路がフル規格で整備されるものとして、サービス水準を満たす人口を算出した。将来道路網では浜中町、弟子屈町、根室市、別海町、中標津町の1市4町がサービス水準を満たすこととなり、カバー人口が158,154人(人口カバー率92.3%)となり、現況道路網に比べ90,067人増加する(図-6、表-4)。

なお、本研究では、搬送は各圏域内で行われ、他圏域への流入がないと仮定してカバー人口を算出している。

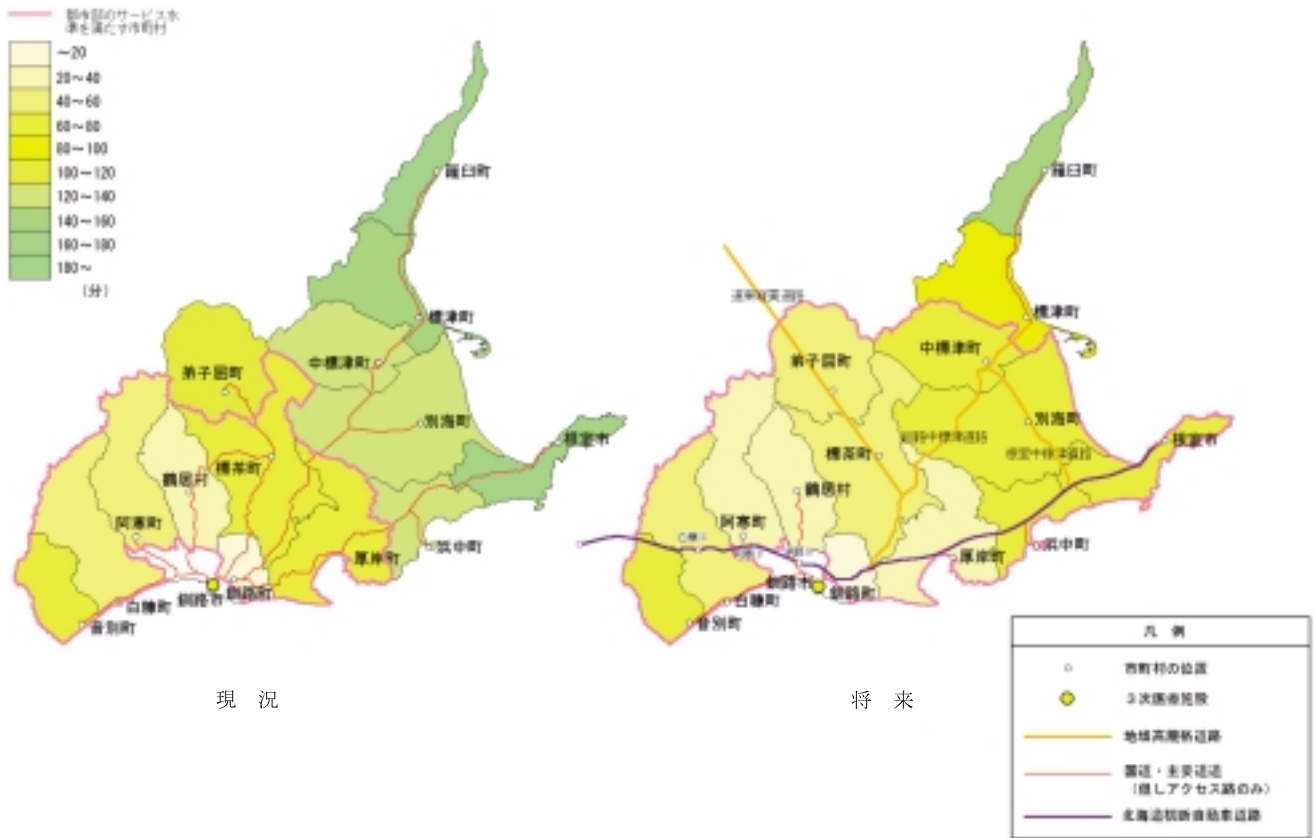


図 - 6 現況道路網及び将来道路網における三次医療施設までの搬送時間分布図

表 - 4 現況道路網及び将来道路網における三次医療施設までの搬送時間分布

市町村名	人口	現況道路網				将来道路網			
		距離	経路	所要時間(分)	カバー人口(人)	距離	経路	所要時間(分)	カバー人口(人)
釧路市	191,739	—	—	—	—	—	—	—	—
釧路町	22,478	9.2	R44	13.1	22,478	9.2	横断自動車道	10.3	22,478
厚岸町	12,307	48.4	R44	69.1	12,307	40.8	横断自動車道	33.4	12,307
浜中町	7,335	84.9	道道→R44	121.3		69.6	横断自動車道	60.0	7,335
標茶町	9,388	46.4	R391→R44	66.3	9,388	57.3	道東縦貫道	45.5	9,388
弟子屈町	9,493	75.3	241→R391→R44	107.6		75.3	道東縦貫道	58.7	9,493
阿寒町	6,796	32.0	R240→R38	45.7	6,796	32.0	横断自動車道	29.7	6,796
鶴居村	2,728	26.8	道道→R38	38.3	2,728	26.8	道道→R38	38.3	2,728
白糠町	11,359	32.7	R38	46.7	11,359	32.7	R38	46.7	11,359
音別町	3,031	43.9	R38	62.7	3,031	43.9	R38	62.7	3,031
根室市	33,150	122.1	R44	174.4		95.4	横断自動車道	73.4	33,150
別海町	16,910	91.1	R243→R272→R44	130.1		91.1	根室中標津道路・横断自動車道	70.2	16,910
中標津町	23,179	91.7	道道→R272→R44	131.0		91.7	釧路中標津道路・横断自動車道	71.3	23,179
標津町	6,298	102.4	R335→R272→R44	146.3		110.7	釧路中標津道路・横断自動車道	86.5	
羅臼町	6,956	153.8	R335→R272→R44	219.7		156.4	釧路中標津道路・横断自動車道	151.8	
人口計	171,408	※釧路市除く		カバー人口計	68,087			カバー人口計	158,154
				人口カバー率	39.7			人口カバー率	92.3

2.3. 道路整備による便益の算定

1) 便益算定式

まず、救急医療活動の面からみた便益算定の考え方を整理する。

道路整備によって三次医療施設までの所要時間が短縮し、都市部のサービス水準を享受できる地域が拡大することは、当該地域に都市部と同規模の三次医療施設を建設・運営することに相当する便益が発生することと考えられる。

「都市部と同規模」とは、「都市部における人口あたり病床数に等しい病床数を有する規模（の三次医療施設）」であり、便益は以下の式によって算定することができると考えられる。

$$\begin{aligned} \text{「便益」} &= \text{「サービス水準が向上した地域の人口」} \\ &\times \text{「都市部の人口あたり病床数」} \\ &\times \text{「1床当たりの建設・運営費」} \end{aligned}$$

2) 各パラメータの設定

前提条件

「費用便益分析マニュアル(案)」に基づき、便益算定のための前提条件を以下のように設定した。

現在価値算出のための割引率：4%

基準年次：平成13年度

検討年数：40年

「サービス水準が向上した地域の人口」

「2.2. サービス水準拡大人口の把握」において算出したとおり、将来道路網が構築されることによって三次医療施設までの搬送所要時間が79分以下になる地域の人口は90,067人である。

「都市部の人口あたり病床数」

道内の三次医療施設の総病床数は4,831床であり、第三次保健医療福祉圏ごとの平均値により都市部の人口千人当たりの病床数は2.42床/千人となる。

表 - 5 都市部人口あたり病床数

第3次保健医療福祉圏	施設名	所在地	病床数	都市部人口(人)	病床数(床/千人)
道央	市立札幌病院	札幌市	810	3,011,329	0.44
	国立札幌病院	札幌市	520		
道南	市立函館病院	函館市	698	287,637	2.43
道北	旭川赤十字病院	旭川市	640	508,572	1.86
	名寄市立総合病院	名寄市	304		
オホーツク	北見赤十字病院	北見市	628	183,911	3.41
十勝	帯広厚生病院	帯広市	678	173,030	3.92
釧路・根室	市立釧路総合病院	釧路市	553	224,889	2.46
合計	-	-	4831	4,389,368	2.42

※病床数には精神病棟分を含まない

「1床当たりの建設・運営費」

単位病床あたりの建設費・運営費は、全ての三次医療施設のデータを手に入できなかったが、入手できたデータを基に算出した(表-6)。

・1床当たりの建設費は、建設当時の費用を割引率4%で現在価値を算出したところ、平均46,827千円/床となった。

・1床当たりの運営費についても同様に現在価値を算出したところ、13,646千円/床となった。運営費は、検討年数の期間(40年間)の費用を現在価値に換算する必要があり、割引率4%で換算したところ、267,241千円/床となった。

なお、費用便益分析では、基準年次から供用開始年次までの年数(建設期間)を考慮するが、本研究では複数路線を扱うことから省略した。

計算の結果、三次医療施設の1床当たりの建設・運営費は、

$$\begin{aligned} &267,241 \text{千円/床} + 46,827 \text{千円/床} \\ &= 314 \text{百万円/床} \end{aligned}$$

となる。

表 - 6 三次医療施設の建設・運営費

	単位	北見赤十字病院	市立札幌病院	市立釧路総合病院	平均	
建設費	設計費	-	284,280	-		
	本体工事費	-	25,129,450	-		
	外構工事費	-	411,704	-		
	工事管理費	-	330,115	-		
	その他	-	309,480	-		
	事務費	-	397,717	-		
	建設利息	-	270,549	-		
	用地費	-	9,933,455	-		
	計	千円	-	37,066,750	8,500,000	
	運営費	人件費	6,929,572	8,090,757	-	
経費		895,393	1,564,957	-		
委託費		635,938	1,304,752	-		
研究研修費		50,325	48,809	-		
減価償却費		484,575	1,534,040	-		
計		千円	8,995,803	12,543,315	-	
開業(移転)年		1935	1995	1984		
病床数(精神病棟除く)	床	762	810	515		
単位建設費(建設当時)	千円/床	-	45,761	16,505		
単位建設費(現在価値)	千円/床	-	60,219	33,436	46,827	
運営費(現在価値)	千円/床	11,806	15,486	-	13,646	
運営費(現在価値) ※	千円/床				267,241	

※ 検討年数の期間の費用を現在価値化

3) 便益の算定

前項までで設定された便益算定式、パラメータを用いて便益を算定する。釧路・根室圏において将来道路網が構築された場合、救急医療活動の面からの道路整備の便益は、次式に示すとおり、約684億円と算定される。

$$\frac{90,067人 \times 2.42床/人 \times 314百万円/床}{=} = 684億円$$

次に、冬期の旅行速度を考慮した場合の便益算定を試みる。ここで、「冬期」とは、降積雪等の影響で旅行速度が低下する期間で、「夏期」とは冬期以外のセンサス旅行速度で走行できる期間を指すものとする。冬期の旅行速度を考慮した便益は以下の式で求められる。

$$\text{「便益」} = \text{「夏期便益」} \times \text{「夏期月数」} \div 12月 + \text{「冬期便益」} \times \text{「冬期月数」} \div 12月$$

当該算定式のパラメータは以下のとおり設定した。

- ・「夏期月数」を4月～11月の8ヶ月間
- ・「冬期月数」を12月～3月の4ヶ月間
- ・「夏期便益」はセンサス旅行速度を適用した場合の便益で、前項で求めたとおり684億円
- ・「冬期便益」は、冬期の旅行速度を適用した場合の便益（新たに算定が必要）

「冬期便益」の算定に必要な冬期旅行速度は、平成11年度冬期道路交通実態調査⁵⁾を基に算出した。当該調査は観測地点数が少ないため、観測値のある区間の夏期と冬期の旅行速度の比から速度低下率を求め、観測値がない区間の冬期旅行速度を補完し、平均旅行速度を算出した。計算の結果、冬期の旅行速度は、夏期の旅行速度の0.88倍～0.90倍となった。

表 - 7 平均旅行速度

	道路種別		旅行速度 (km/h)
夏期 (4月-11月)	高規格幹線道路		82.0
	一般国道	都市部	42.0
	主要道道	地方部	50.0
冬期 (12月-3月)	高規格幹線道路		72.0
	一般国道	都市部	38.0
	主要道道	地方部	44.0

この旅行速度を用いて、冬期における三次医療施設までの搬送所要時間からサービス水準を設定し、サービス水準拡大人口を把握した。冬期の都市部における三次医療施設までの所要時間の平均は91分、地方部では105分で、その差は14分であった。

釧路・根室圏の冬期におけるサービス水準改善地域の人口は96,365人となり、冬期便益は約732億円と算定された。

$$\frac{96,365人 \times 2.42床/人 \times 314百万円/床}{=} = 732億円$$

これらのパラメータを用い、冬期の旅行速度低下を考慮した場合の便益は約700億円と算定された。

$$\frac{684億円 \times 8月 \div 12月 + 732億円 \times 4月 \div 12月}{=} = 700億円$$

3. まとめ

本研究は、様々な道路整備の効果のうち、道路整備による沿道及び地域社会の生活機会の拡大、すなわち、日常的に道路を利用しなくとも何らかの理由により利用しなくなったとき、その選択が可能であるという選択可能性（オプション）の効果を便益として評価することを試みたものである。三次医療施設までの搬送時間が一定の水準以上に向上する地域の人口（すなわち、生活機会が拡大する地域の人口）を用いることで、交通量をパラメータとしない便益算定を行うことができた。また、整備・改良が行われる路線に限定せず、地域社会における道路網を評価対象としたことも本研究の特徴といえる。

都市部と地方部では種々の分野で生活上の格差があり、救急医療に限らず生活機会・交流機会拡大の面の便益を考慮することによって、地方部の道路整備により有意な結果が期待できると考えられる。

参考文献

- 1) 費用便益分析マニュアル(案) 国土交通省道路局
- 2) 藤本昭: 交通量に依存しない道路整備便益の計測について 道路交通経済(2001年7月)
- 3) 地域医療行政概要(平成12年度版) 北海道保健福祉部地域医療課
- 4) 平成11年度全国道路交通情勢調査(道路交通センサス) 北海道開発局道路計画課
- 5) 平成11年度冬期道路交通実態調査 北海道開発局道路計画課



高橋 尚人*

北海道開発土木研究所
道路部
交通研究室
主任研究員



徳永 ロベルト**

北海道開発土木研究所
道路部
交通研究室
研究員



浅野 基樹***

北海道開発土木研究所
道路部
交通研究室
室長