

道北医療圏における高規格道路整備による 救急医療改善効果計測手法に関する報告

旭川開発建設部 道路計画課 ○森山 陽平
池田 和也
中央コンサルタンツ株式会社 札幌支店 堀 勝利

道北医療圏は、高次医療施設が偏在し、厳しい環境下で広域医療サービスを展開しており、救急搬送の速達性向上が求められる地域である。高規格道路整備がもたらす搬送時間短縮による救命効果を評価するため、搬送時間と生存率の関係についてのモデル化を平成23年度より進めており、約10年に渡るデータ蓄積と医学的見地から改良を重ね、モデル構築が完了した。本稿では、これまでの成果を総括して報告するものである。

キーワード：救急医療支援、道路事業評価、道路整備効果

1. はじめに

道路事業評価における費用便益分析では、交通量や時間や距離などにより算出される、走行時間短縮と走行経費減少、交通事故減少の3つの整備効果について便益計測を行っている。3便益は自動車の走行のみを便益の計測対象としており、救急搬送等の救急医療の支援効果が反映されておらず、藤本ら¹⁾の研究では、救急搬送時間と生存率の関係性について傷病別にモデル化を行い、道路整備に伴う医療施設への搬送時間短縮により、緊急性のある傷病で生存者が増える価値を便益として計測する方法を示している。

また、北海道開発局管内の道路事業評価では、平成23年度より、「地域の特殊性を考慮した便益」として、藤本式のモデルを活用し、「救急医療改善効果」として算出を行っている事例もある（あくまで参考値での算出）。

しかしながら、藤本式のモデルは、九州での高次医療施設への救急搬送データを用いて構築しており、高次医療施設の配置間隔が道北地域とは大きく異なること（図-1）、便益発現は概ね90分以内に限定されることから（図-2）、長時間搬送を余儀なくされている道北地域の実情を十分に加味出来ていないと考えられる。

旭川開発建設部では、医療関係者（三次救急医療機関、管轄内消防機関）と、道北地域における救急医療の現状や課題、医療支援に求められる社会資本の役割などについて、意見交換を行うことを目的とする「道北地域の医療を支える社会資本のあり方に関する意見交換会」を平成23年度より開催している。その中で、地域の実情を考慮したモデル構築について検討を行っており、約10年に渡るデータ蓄積と意見交換会で得られた医学的

見地から分析方法の改良を重ねたことで、検討対象としてきた全ての傷病において、モデル構築が完了した。

そのため本稿では、これまでの成果を総括して、道北医療圏の地域特性に適した、高規格道路整備による搬送時間短縮がもたらす救急医療改善効果を計測する手法として報告するものである。

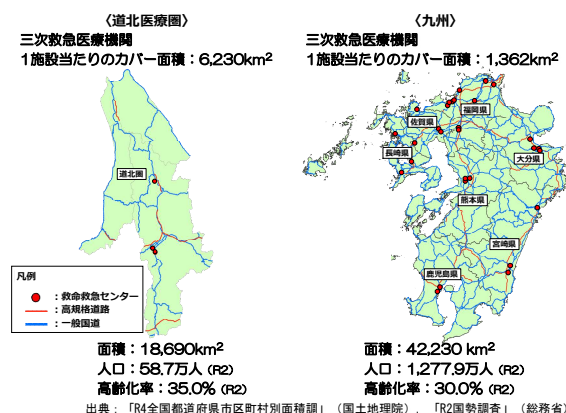


図-1 道北医療圏と九州の三次救急医療施設配置

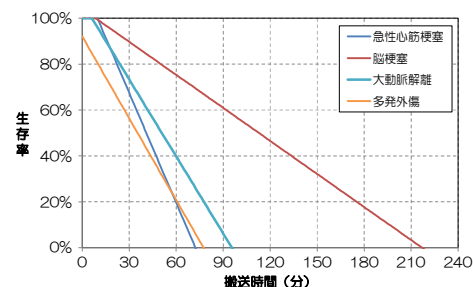


図-2 藤本式の生存率モデル

2. 道北医療圏の特性

道北医療圏は、人口58.7万人（R2国勢調査）を有するが、高齢化率は35.0%で全道平均（31.8%）を上回るなど、

超高齢社会を形成する地域であり、四国4県と同等の面積を有している。また、四国においては三次救急医療機関が12施設であるのに対し、道北医療圏は重篤患者の救命医療を担う三次救急医療機関が旭川赤十字病院と旭川医科大学病院、名寄市立総合病院の3施設（R4.12現在）のみである。全道の圏域中心都市から三次救急医療機関までの所要時間を見ると、稚内市から名寄市立総合病院までの所要時間は161分と、全道の中で最も長い（図-3）。また、道北医療圏における三次救急医療機関1施設当たりのカバー面積は全国平均の約5倍と広く（図-4）、他地域とは大きく異なる厳しい環境下での広域医療サービスを展開している。

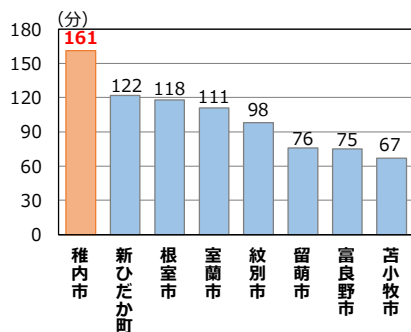


図-3 全道の圏域中心都市における三次救急医療機関までの所要時間

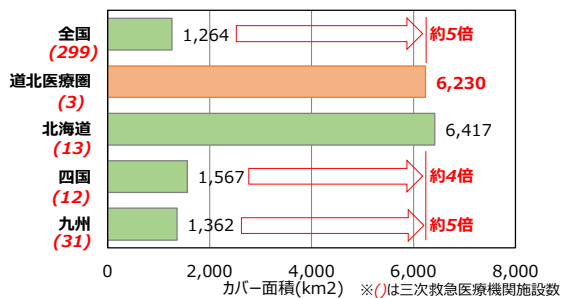


図-4 三次救急医療機関1施設当たりのカバー面積

一方で、道北ドクターヘリは道北医療圏全体をカバーしているものの、出動要請に対して天候不良による未出動が約2割と多く（図-5）、冬期には積雪のため使用可能なランデブーポイントが限定されるなどの課題があり、ドクターカーを含め陸上搬送による救急搬送は、今後も重要な役割を担うと考えられる。

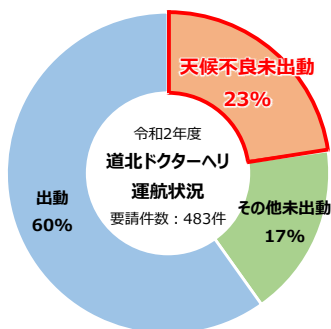


図-5 道北ドクターヘリの運航状況（令和2年度）

3. 救急搬送時間と生存率のモデル構築

(1) 調査・分析内容

a) 対象とする傷病

藤本らの研究を踏まえ、緊急性の高い急性心筋梗塞、大動脈解離、脳梗塞、くも膜下出血、脳出血、多発外傷の6傷病に着目し、検討を行った。

b) 収集データ

道北医療圏で決定的治療を担う三次救急医療機関（3病院）と道北医療圏管轄消防機関（10消防本部）の協力を得て、2007年～2017年の過去11年分のデータを入手した（表-1）。医療機関及び消防機関から入手したデータは、搬送日時や患者の属性等からマッチングを行い、入力内容の不整合等が見られたデータを除外し、分析に用いる有効データとした。

表-1 収集したデータ

	機関名	収集項目
医療機関	旭川赤十字病院	・救急搬送患者データ (受入日時、性別、年齢、傷病、搬送種別、転帰、在院日数、紹介病院等)
	旭川医科大学病院	
	名寄市立総合病院	
消防機関	道北圏各消防本部 (10消防本部)	・救急活動記録 (搬送元、搬送日時、性別、年齢、搬送種別、搬送先等)

c) 分析方法

搬送時間については、消防機関より収集した救急活動記録で明らかになっている覚知（119番入電）から病院到着までの経過時間を搬送時間と定義し分析した。

救急車による搬送は、最寄りの医療機関へ直接搬送する「直送（一次搬送）」と、最寄りの医療機関へ搬送・安定化後、決定的治療が可能な医療機関へ搬送する「転送・転院（二次搬送）」がある。

藤本式のモデルでは「直送の入院30日後」の転帰データよりモデル構築を行っていたが、道北医療圏では長距離・長時間搬送を余儀なくされている現状や、死亡患者の平均在院日数が30日以内で傷病により大きく異なることを勘案し、本検討では、①搬送直後の状態（直送①）、②入院30日後の状態（直送②）、③入院30日後の状態（転送・転院）の3ケースで搬送時間と生存率との関係を分析するものとした（図-6）。

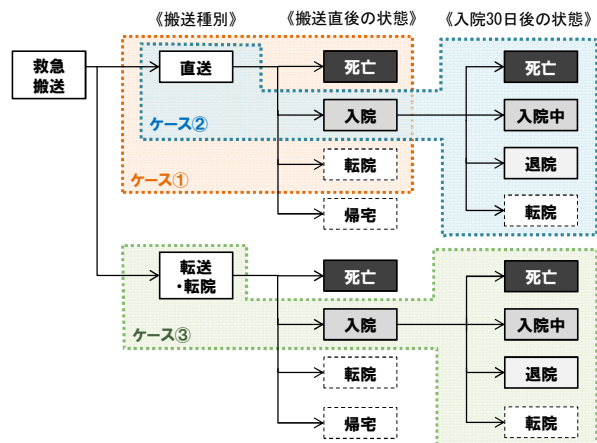


図-6 検討ケース

また、搬送後の重症度区分が軽症の場合、終了転帰として死亡するケースが稀であることを考慮し、全事象、中等症以上（軽症除く）、重症以上（軽症、中等症除く）の3ケースで分析を行ったほか、大動脈解離については、医学的見地から緊急性が高いスタンフォードA型とB型に分けて分析を行った。

モデルの構築には、個別データのままでは傾向や相関性を把握しにくいとため、時間階級毎に集約化したデータを用いて、以下の手順でモデル検討を行った。

- ・搬送時間から5分毎の階級に集約し、平均搬送時間と平均生存率を算出
- ・集約されたデータを縦軸：平均生存率、横軸：平均搬送時間のバブルチャートを作成（※バブルのサイズは、各階級のデータ数）
- ・バブルチャートより直線回帰式（単回帰モデル）、決定係数を算出

(2) 分析結果

a) 傷病別生存率及び搬送時間

直送の場合、搬送直後では急性心筋梗塞や大動脈解離等の心疾患の生存率が60%～70%程度と低い値を示している。一方、脳梗塞や脳出血などの脳疾患では搬送直後の生存率が高いが、入院30日後では20%程度低下する傾向が確認できる。転送・転院では、搬送直後の生存率は各傷病ともに高いが、入院30日後の生存率は搬送直後と比べ低下する傾向が確認できる（表-2）。

また、平均搬送時間を見ると、直送の場合は各傷病とも約30分程度であるが、転院・転送の場合は、急性心筋梗塞や大動脈解離等の心疾患は約60分を要している。

表-2 傷病別搬送集計結果

傷病	搬送種別	データ数	平均年齢	生存率		平均搬送時間
				搬送直後	入院30日後	
急性心筋梗塞	直送	468	71.7	69.7%	46.2%	30.3
	転送・転院	400	69.1	96.5%	76.5%	66.6
脳梗塞	直送	1960	76.4	99.7%	80.4%	32.4
	転送・転院	1125	75.8	99.7%	81.4%	40.4
脳出血	直送	778	69.6	95.5%	71.6%	32.1
	転送・転院	409	72.3	97.6%	77.3%	43.6
くも膜下出血	直送	425	67.1	88.2%	63.1%	30.9
	転送・転院	222	66.5	95.0%	72.5%	46.6
大動脈解離	直送	291	76.6	59.5%	37.1%	28.3
	転送・転院	121	71.5	92.6%	69.4%	59.8
多発外傷	直送	627	59.3	93.1%	78.6%	37.1
	転送・転院	241	66.0	98.3%	85.9%	49.0

b) 直送における搬送時間と生存率

搬送時間と生存率の関係を重症度別に検討した結果は、表-3、図-7の通りである。急性心筋梗塞やくも膜下出血では直送①、脳出血では直送②で、それぞれ相関の高いモデルが得られた。また、大動脈解離では、より緊急性の高いスタンフォードA型において、直送①で相関の高いモデルが得られた。

表-3 直送における生存率モデル検討結果

傷病名	検討ケース	重症度	サンプル数	検討結果	相関係数	決定係数
急性心筋梗塞	直送①	全体	425	$y = -0.0056x + 0.8454$	-0.8239	0.6788
		重症+中等症	357	$y = -0.0014x + 0.7175$	-0.2548	0.0649
		重症	275	$y = -0.0039x + 0.6946$	-0.5550	0.3080
	直送②	全体	297	$y = 0.0026x + 0.715$	逆相関	0.8056
		重症+中等症	254	$y = -0.0007x + 0.8065$	-0.1404	0.0197
		重症	164	$y = 0.0012x + 0.6343$	逆相関	0.0445
脳梗塞	直送①	全体	1661	$y = 0.0001x + 0.9935$	逆相関	0.2404
		重症+中等症	1479	$y = 0.0002x + 0.9904$	逆相関	0.2241
		重症	578	$y = 0.0006x + 0.9739$	逆相関	0.3202
	直送②	全体	1765	$y = -0.0017x + 1.0134$	-0.4635	0.2148
		重症+中等症	1581	$y = -0.0006x + 0.9818$	-0.3030	0.0918
		重症	606	$y = -0.0044x + 1.0916$	-0.5547	0.3077
脳出血	直送①	全体	601	$y = 0.0015x + 0.9052$	逆相関	0.6138
		重症+中等症	546	$y = 0.0016x + 0.9020$	逆相関	0.5241
		重症	283	$y = 0.0023x + 0.8424$	逆相関	0.4746
	直送②	全体	573	$y = -0.0056x + 1.0568$	-0.6901	0.4763
		重症+中等症	523	$y = -0.0058x + 1.0656$	-0.7178	0.5152
		重症	260	$y = -0.0036x + 0.9116$	-0.5326	0.2837
くも膜下出血	直送①	全体	348	$y = 0.0023x + 0.7937$	逆相関	0.1149
		重症+中等症	311	$y = 0.0016x + 0.8298$	逆相関	0.1112
		重症	232	$y = -0.0040x + 0.9605$	-0.6877	0.4730
	直送②	全体	304	$y = 0.0040x + 0.6719$	逆相関	0.2197
		重症+中等症	275	$y = 0.0054x + 0.6175$	逆相関	0.5448
		重症	196	$y = 0.0012x + 0.6982$	逆相関	0.0076
大動脈解離A型	直送①	全体	75	$y = -0.0028x + 0.7146$	-0.7338	0.5385
		重症+中等症	75	$y = -0.0028x + 0.7146$	-0.7338	0.5385
		重症	72	$y = -0.0013x + 0.6348$	-0.3082	0.095
	直送②	全体	50	$y = 0.0168x + -0.0232$	逆相関	0.7076
		重症+中等症	50	$y = 0.0168x + -0.0232$	逆相関	0.7076
		重症	44	$y = 0.0212x + -0.1898$	逆相関	0.7196
大動脈解離B型	直送①	全体	43	$y = 0.0076x + 0.661$	逆相関	0.4472
		重症+中等症	42	$y = 0.0079x + 0.6496$	逆相関	0.4163
		重症	27	$y = 0.0012x + 0.7601$	逆相関	0.0025
	直送②	全体	50	$y = 0.0008x + -0.0232$	逆相関	0.7076
		重症+中等症	50	$y = 0.0168x + -0.0232$	逆相関	0.7076
		重症	44	$y = 0.0212x + -0.1898$	逆相関	0.7196
多発外傷	直送①	全体	465	$y = -0.0007x + 0.9421$	-0.2506	0.0628
		重症+中等症	268	$y = 0.0005x + 0.8472$	逆相関	0.0103
		重症	134	$y = 0.0175x + 0.5927$	逆相関	0.2548
	直送②	全体	492	$y = 0.0008x + 0.9261$	逆相関	0.6602
		重症+中等症	279	$y = 0.0021x + 0.8356$	逆相関	0.3729
		重症	113	$y = 0.0037x + 0.696$	逆相関	0.3676

凡例：逆相関又はデータ数不足

：相関の高いモデル式

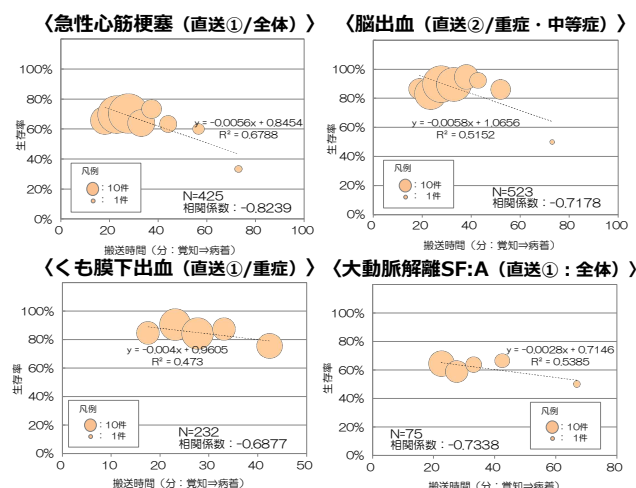


図-7 搬送時間と生存率の関係（直送）

脳梗塞及び多発外傷については、「発症から決定的治療を開始するまでの時間が生存率に大きく寄与する（ゴールデンアワー）」という医学的見地をもとに、生存率モデルについて、以下の条件で再検討を行った。

- ・脳梗塞は、発症後 4.5h 以内の受療がゴールデンアワー²⁾とされており、発症から覚知までの時間や、検査時間等を考慮して、受療可能な搬送時間として 90 分を境界にデータを分析

- ・脳梗塞の予後は発症3ヶ月後の長期で判断することが多いため、急病患者的の終了転帰で分析
- ・多発外傷のゴールデンアワーは受傷後 1.0h³⁾であり、受傷から覚知までの時間を考慮して、50 分を境界にデータを分析

上記条件による再検討により、脳梗塞においては、ゴールデンアワー以内の終了転帰で検討した場合、多発外傷においては、ゴールデンアワー以内の直送②で関連のあるモデルが得られた。検討結果は、表-4、図-8の通りである。

表-4 直送における生存率モデル検討結果
(ゴールデンアワーを考慮した再検討結果)

傷病名	検討ケース	重症度	サンプル数	検討結果	相関係数	決定係数
脳梗塞 GH以内	終了転帰	全体	1532	$y = -0.0037x + 1.0674$	-0.5944	0.3533
		重症+中等症	1353	$y = -0.0052x + 1.124$	-0.7490	0.561
		重症	540	$y = -0.0051x + 1.0784$	-0.6732	0.4532
多発外傷 GH以内	直送①	全体	435	$y = 0.0022x + 0.8537$	逆相関	0.5401
		重症+中等症	253	$y = 0.0078x + 0.6186$	逆相関	0.6433
		重症	123	$y = 0.0106x + 0.4027$	逆相関	0.5887
	直送②	全体	353	$y = -0.0021x + 1.0064$	-0.6875	0.4726
		重症+中等症	222	$y = 0.0051x + 0.7368$	逆相関	0.4483
		重症	86	$y = 0.0094x + 0.529$	逆相関	0.4108

凡例 : 逆相関又はデータ数不足 : 相関の高いモデル式

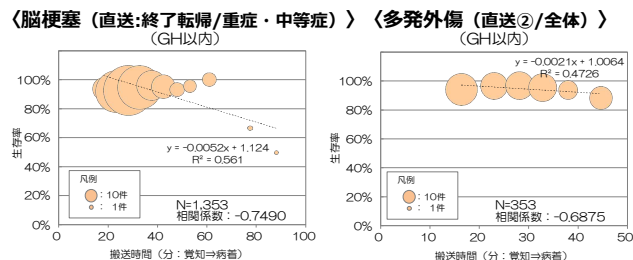


図-8 搬送時間と生存率の関係 (直送)
(ゴールデンアワーを考慮した再検討結果)

c) 転送・転院における搬送時間と生存率

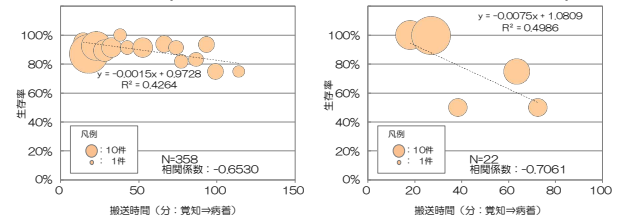
搬送時間と生存率の関係を重症度別に検討した結果は、表-5、図-9の通りである。脳出血や多発外傷において、相関があるモデルが得られた。また、大動脈解離では、直送モデルと同様に、より緊急性の高いスタンフォードA型において、相関の高いモデルが得られた。

表-5 転送・転院における生存率モデル検討結果

傷病名	検討ケース	重症度	サンプル数	検討結果	相関係数	決定係数
急性心筋梗塞	転送・転院	全体	378	$y = 0.0005x + 0.8885$	逆相関	0.2881
		重症+中等症	304	$y = 0.0005x + 0.8918$	逆相関	0.2005
		重症	196	$y = 0.0006x + 0.8752$	逆相関	0.1769
脳梗塞	転送・転院	全体	1116	$y = 0.0001x + 0.946$	逆相関	0.0026
		重症+中等症	939	$y = -0.0009x + 0.9883$	-0.5114	0.2615
		重症	275	$y = 0.0007x + 0.8912$	逆相関	0.0954
脳出血	転送・転院	全体	397	$y = -0.0007x + 0.9321$	-0.4208	0.1771
		重症+中等症	358	$y = -0.0015x + 0.9728$	-0.6530	0.4264
		重症	124	$y = -0.0003x + 0.8441$	-0.0985	0.0097
くも膜下出血	転送・転院	全体	202	$y = 0.0003x + 0.8538$	逆相関	0.0115
		重症+中等症	166	$y = 0.0002x + 0.8384$	-0.0574	0.0033
		重症	89	$y = -0.0010x + 0.8446$	-0.1814	0.0329
大動脈解離 A型	転送・転院	全体	22	$y = -0.0075x + 1.0809$	-0.7061	0.4986
		重症+中等症	20	$y = -0.0054x + 1.035$	-0.4590	0.2107
		重症	8	$y = -0.0096x + 1.1256$	-0.7930	0.6288
大動脈解離 B型	転送・転院	全体	20	$y = 0.0013x + 0.8678$	逆相関	0.4613
		重症+中等症	17	$y = 0.0017x + 0.8159$	逆相関	0.7801
		重症	-	-	-	-
多発外傷	転送・転院	全体	230	$y = -0.0003x + 0.9815$	-0.1908	0.0364
		重症+中等症	143	$y = -0.0009x + 1.0144$	-0.4683	0.2193
		重症	41	$y = -0.0020x + 1.071$	-0.7640	0.5837

凡例 : 逆相関又はデータ数不足 : 相関の高いモデル式

〈脳出血 (転送・転院/重症・中等症)〉 〈大動脈解離SF: A (転送・転院/全体)〉



〈多発外傷 (転送・転院/重症)〉

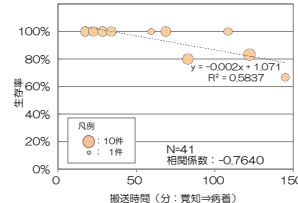


図-9 搬送時間と生存率の関係 (転送・転院)

転送・転院の場合においては、病院毎に受入れ体制が異なるほか、搬送されてくる患者の容態の差が異なるため、搬送病院別のモデル化が望ましいという医師からの意見を得た。そのため、相関のあるモデルが得られていない3傷病においては、搬送病院別に搬送元地域別の生存率モデルを検討した。

再検討により、名寄市立総合病院への搬送において、相関のあるモデルが得られた。検討結果は、表-6、図-10の通りである。

表-6 転送・転院における生存率モデル検討結果
(地域別検討結果)

傷病名	検討ケース	重症度	サンプル数	検討結果	相関係数	決定係数
急性心筋梗塞	椎内市内 椎内名寄間 名寄近郊	全体	50	$y = -0.0029x + 1.4104$	-0.6891	0.4749
		全体	40	$y = -0.0001x + 0.9987$	-0.0775	0.006
		全体	53	$y = -0.0008x + 0.8991$	-0.0755	0.0057
脳梗塞	椎内市内 椎内名寄間 名寄近郊	全体	-	データ数不足	-	-
		全体	109	$y = 0.0008x + 0.9005$	逆相関	0.0873
		全体	176	$y = -0.0073x + 1.1833$	-0.9392	0.8821
くも膜下出血	椎内市内 椎内名寄間 名寄近郊	全体	-	データ数不足	-	-
		全体	29	$y = -0.0204x + 2.782$	-0.9028	0.8150
		全体	83	$y = -0.0073x + 1.0787$	-0.6964	0.485

凡例 : 逆相関又はデータ数不足 : 相関の高いモデル式

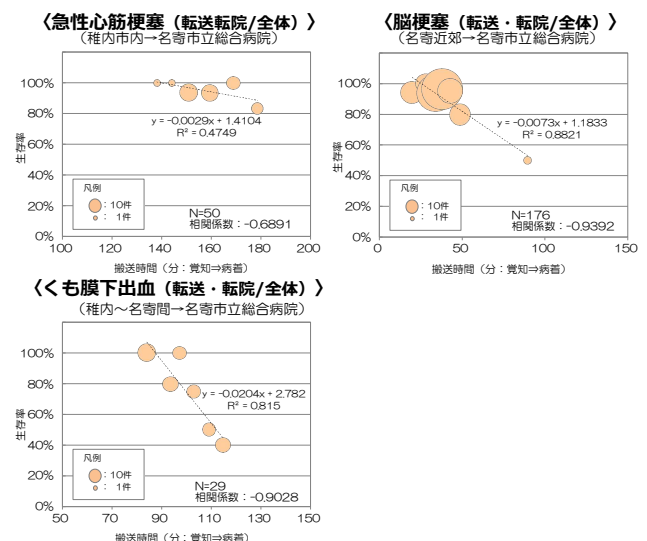


図-10 搬送時間と生存率の関係 (転送・転院)
(地域別検討結果)

d) 統計学的検定

得られた生存率モデルについて、搬送時間と生存率との関係性を統計学的に検証するため、比率の差の検定と無相関の検定の2通りの統計学的検定を行った。比率の差の検定においては、サンプル数が概ね2分割される搬送時間を境界として、その前後において生存率が等しいという仮説について検定を行った。無相関の検定においては、搬送時間と生存率の相関性は低いという仮説について検定を行った。

この2通りの検定でどちらか一方が片側10%以下であれば、有意と判定した。

検定結果は、表-7、表-8の通りである。

表-7 検定結果（直送）

傷病名	サンプル数	検定結果	相関係数	検定結果	
				無相関	比率の差
急性心筋梗塞	425	$y = -0.0056x + 0.8454$	-0.8239	片側1%有意	—
脳梗塞	1353	$y = -0.0052x + 1.124$	-0.7490	片側1%有意	片側5%有意
脳出血	523	$y = -0.0058x + 1.0656$	-0.7178	片側5%有意	—
くも膜下出血	232	$y = -0.0040x + 0.9605$	-0.6877	片側10%有意	片側10%有意
大動脈解離	75	$y = -0.0028x + 0.7146$	-0.7338	片側10%有意	—
多発外傷	353	$y = -0.0021x + 1.0064$	-0.6875	—	片側5%有意

表-8 検定結果（転送・転院）

傷病名	サンプル数	検定結果	相関係数	検定結果	
				無相関	比率の差
急性心筋梗塞	50	$y = -0.0029x + 1.4104$	-0.6891	片側10%有意	—
脳梗塞	176	$y = -0.0073x + 1.1833$	-0.9392	片側1%有意	—
脳出血	358	$y = -0.0015x + 0.9728$	-0.6530	片側1%有意	—
くも膜下出血	29	$y = -0.0204x + 2.782$	-0.9028	片側1%有意	片側1%有意
大動脈解離	22	$y = -0.0075x + 1.0809$	-0.7061	片側10%有意	片側5%有意
多発外傷	41	$y = -0.0020x + 1.071$	-0.7640	片側1%有意	—

e) 搬送患者発生数を考慮した統計的信頼度

生存率モデル構築に用いたサンプル数は、傷病によって様々であるため、市町村別の人口と救急搬送データで把握出来る傷病から、人口1万人当たりの発症人数を算定し、道北医療圏における年間推定患者数を割り出し（表-9）、その推定患者数に対し、必要サンプル数を得られているか検証を行った。必要サンプル数の設定に当たっては、信頼度95%、要求精度5%とした。

構築された生存率モデルについて必要サンプル数を満足するか検証を行った結果、全てのモデルにおいて、年間推定患者数を上回るサンプル数を得られている結果となった（表-10）。

表-9 年間推計患者数を踏まえた必要サンプル数

傷病	人口1万人当たりの搬送患者発生数（人/万人）	道北地域での年間推計患者数（人）	道北地域での搬送別推計患者数（人）		必要サンプル数 信頼度95% 要求精度5%	
			直送	転送・転院	直送	転送・転院
急性心筋梗塞	5.94	117	63	54	54	47
脳梗塞	20.43	404	256	148	154	107
脳出血	8.53	169	109	60	85	52
くも膜下出血	3.87	76	50	26	44	25
大動脈解離	2.29	45	32	13	30	12
多発外傷	3.49	69	50	19	44	18

表-10 統計的信頼度検証結果

傷病名	搬送種別	関係式	サンプル数	必要サンプル数	判定
急性心筋梗塞	直送	$Y = -0.0056x + 0.8454$	425	54	満足
	転送・転院	$Y = -0.0029x + 1.4104$	50	47	満足
脳梗塞	直送	$Y = -0.0052x + 1.124$	1353	154	満足
	転送・転院	$Y = -0.0073x + 1.1833$	176	107	満足
脳出血	直送	$Y = -0.0058x + 1.0656$	523	85	満足
	転送・転院	$Y = -0.0015x + 0.9728$	358	52	満足
くも膜下出血	直送	$Y = -0.0040x + 0.9605$	232	44	満足
	転送・転院	$Y = -0.0204x + 2.782$	29	25	満足
大動脈解離	直送	$Y = -0.0028x + 0.7146$	75	30	満足
	転送・転院	$Y = -0.0075x + 1.0809$	22	12	満足
多発外傷	直送	$Y = -0.0021x + 1.0064$	353	44	満足
	転送・転院	$Y = -0.0020x + 1.071$	41	18	満足

f) 構築した生存率モデル

本検討によって構築した生存率モデルを図-11、図-12に示す。構築したモデルは、藤本式モデルと比較すると、以下のことが可能となっている。

- ・藤本式のモデルでは対応出来なかった 90 分以上の（120 分を超える）長時間搬送に対応
- ・道北医療圏において多く発生している転送・転院をモデル化
- ・藤本らの研究では、モデル構築に至らなかった、脳出血やくも膜下出血についてもモデル化

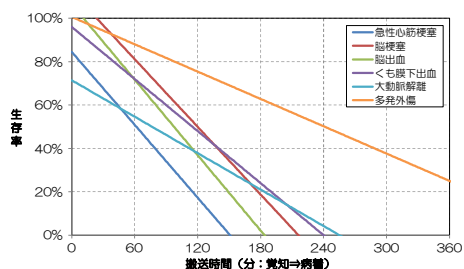


図-11 生存率モデル（直送）

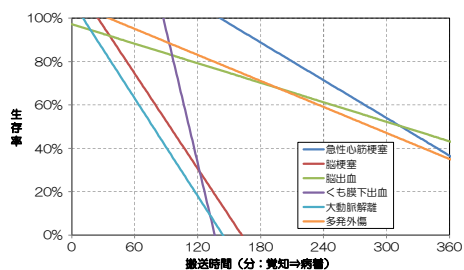


図-12 生存率モデル（転送・転院）

4. 道路整備による救急医療改善効果の試算

本検討によって構築した生存率モデル（図-11、図-12）を活用し、「救急医療改善効果」について試算を実施する。試算に当たっては令和3年度の再評価において、藤本式のモデルを活用し「救急医療改善効果」を参考値として算出している「富良野北道路」（図-13）を比較対象として「救急医療改善効果」を試算した。

(1) 試算方法

令和3年度再評価では藤本式のモデルで計測（参考

値)、本検討によって構築した生存率モデルにおいては富良野地域の特性を踏まえ、第二次救急医療施設である富良野協会病院から第三次救急医療施設である旭川医科大学病院への転送が多いため、転院・転送モデルを用いて試算を行った。



図-13 旭川十勝道路「富良野北道路」

(2) 試算結果

富良野北道路が整備された場合における救急医療改善効果は、表-11で示すとおり、藤本式が単年効果で0.71億円であるのに対し、道北版（転院・転送）モデルでは2.62億円と約3.7倍となった。

これは、藤本らの研究では、モデル構築に至らなかった脳出血やくも膜下出血においてもモデルが構築できたことや、転送・転院のように搬送時間の長いケースの救命効果を計上出来るためであり、長時間搬送の多い道北医療圏の実情を加味した救急医療改善効果を算出出来たと言える。

表-11 救急医療改善効果算定結果

藤本式モデル（R3再評価）	
単年効果	0.71億円
（供用後50年間） 基準年における現在価値	12.52億円
道北版モデル（転送モデル）	
単年効果	2.62億円
（供用後50年間） 基準年における現在価値	46.21億円
藤本式からの伸び率（単年効果）	3.7倍

5. おわりに

本検討では、道北医療圏の三次救急医療機関や各消防

機関へ過去11年分のデータ収集を行い、搬送時間と生存率の関係性について重症度別・搬送形態別による分析を行った。その結果、検討対象とした6つの傷病全てにおいて、直送及び転送・転院別に搬送時間と生存率の関係についてのモデル化を行うことが出来た。構築されたモデルは、藤本式のモデルでは計上出来なかった、長時間搬送においても救命効果を評価出来るモデルとなっており、道北医療圏の地域特性に適したモデルが構築出来たと考える。

本検討で構築した生存率モデルについては、医療関係者及び旭川開発建設部からなる「道北地域の医療を支える社会資本のあり方に関する意見交換会」において、医師等による医学的見地からのご助言を頂き、分析手法の見直しを行いながら検討を進めた。構築した生存率モデルの医学的見地から見た妥当性や、同様の地域課題を有する北海道内の他医療圏での活用について妥当との評価を得たところである。

今後は、本モデルを活用頂けるように、全道的な展開を望むところである。

謝辞：本稿の執筆に当たり、データ提供や「道北地域の医療を支える社会資本のあり方に関する意見交換会」を通じて医学的専門技術面でご協力・ご指導いただいた名寄市立総合病院の佐古 元院長、和泉 病院事業管理者、八巻 元診療部長、西浦 元診療部長、藤田 救急救命センター長（当時 旭川医科大学 教授）、旭川赤十字病院の住田 元副院長、小林 副院長をはじめ医療機関関係各位、救急搬送データ等をご提供いただいた道北医療圏の消防機関関係各位、本研究の参考として、当時の研究基礎データを提供頂いた藤本先生に対し、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 藤本昭、鮎川勝彦、高山隼人、前原潤一、井清司、藤田尚宏、有村敏明、中村夏樹、島弘志、宮城良充：「道路整備による救急医療改善効果～経済性を偏重しない道路整備効果説明方法の提案～」，交通工学 Vol45, No5, P47～56, 2010
- 2) 日本脳卒中学会 脳卒中医療向上・社会保険委員会静注血栓溶解療法指針改訂部会：静注血栓溶解（rt-PA）療法適正治療指針 第三版，2019年3月
- 3) JPTEC-TOTTORI：集団災害に対応する医療職者の養成 <https://www.med.tottori-u.ac.jp/mc1s/3541.html>