

石川県における三次救急医療を対象とした ドクターヘリ導入の効果分析に関する研究

備後 友貴¹・高山 純一²・中山 晶一郎³・藤生 慎⁴・辰野 肇⁵

¹学生会員 金沢大学 理工学域環境デザイン学類 (〒921-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail: bongo@stu.kanazawa-u.ac.jp

²正会員 金沢大学教授 理工学域環境デザイン学類 (〒921-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail: takayama@staff.kanazawa-u.ac.jp

³正会員 金沢大学教授 理工学域環境デザイン学類 (〒921-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail: nakayama@staff.kanazawa-u.ac.jp

⁴正会員 金沢大学助教 理工学域環境デザイン学類 (〒921-1192 石川県金沢市角間町)
E-mail: fujiu@se.kanazawa-u.ac.jp

⁵正会員 (株) 国土開発センター (〒924-0838 石川県白山市八束穂3丁目7番地)
E-mail: tatsuno_hajime@kokudonet.co.jp

三次救急医療機関とは「初期・二次救急医療機関では対応できない複数の診療科領域にわたる重篤な救急患者に対して、高度な医療を総合的に提供する医療機関」で、心筋梗塞、脳卒中などがその例であるが、高齢者人口の増加によりその要請が増加している。最近では地方での救急要請には、ドクターヘリやドクターカーで対応するという動きもみられている。特に、中枢都市から離れた地方都市においては、三次救急医療機関へのアクセス整備が強く求められている。実際に石川県の奥能登地域や南加賀地域では三次救急医療機関がなく、郊外地域からの搬送にはかなりの時間を要する。そこで、石川県にドクターヘリ制度を導入すると仮定し、その効果分析を行なった。

Key Words : *medical helicopter, analysis of effect, Leibniz formula,*

1. 研究の背景

三次救急医療機関とは「初期・二次救急医療機関では対応できない複数の診療科領域にわたる重篤な救急患者に対して、高度な医療を総合的に提供する医療機関」で、心筋梗塞、脳卒中などがその例であるが、高齢者人口の増加によりその要請が増加している。また救急搬送・救急医療体制の高度化の必要性、ならびに救急搬送・救急医療体制の地域格差の増大という状況を作り出している。一方で、救急医療は、医師・医療スタッフの絶対数不足や救急医療情報システムのリアルタイム更新の不備、高度救急医療機関の地域的偏在等といった課題も抱えている。

三次救急医療機関は、都市部に集中している傾向が強く、都市部と地方部での搬送時間の地域格差が指摘されている。これは石川県においても例外ではなく、三次救急医療機関は施設数が少ないうえに、立地場所も金沢市内に集中しており、郊外地域からの搬送にはかなりの時間を要しているというのが現状である。

また最近では、地方での救急要請には、ドクターヘリ

やドクターカーで対応するという動きもみられている。特に、中枢都市から離れた地方都市においては、三次救急医療機関へのアクセス整備が強く求められている。本来ドクターヘリはとくに重篤な患者を搬送する際に用いられて来たが、より早く医師の処置を受けられることから、救急医療施設から遠い地域の要請においてもドクターヘリの必要性が高まっている。そこで、実際にドクターヘリ制度を導入する事が、救急患者の救命率向上にどれだけ効果を与えるのか検討を行うことは、地域毎に行われる必要があるといえる。

2. 研究の目的

本研究では、石川全县を対象として石川県立中央病院にドクターヘリを導入した場合の、得られる効果とそれにかかる費用を算出し考察する。

最近では富山県が富山県立中央病院を基地病院として、2015年度中のドクターヘリ運用開始を目指し、準備を進めている。富山県は、ドクターヘリを導入している岐阜県と連携し、拠点病院から遠い地域をお互いのヘリでカ

パーするというドクターヘリの共同運航を検討している。ドクターヘリ制度をすでに導入している富山県との連携も想定することにより、ドクターヘリ導入効果を示したい。

本研究により石川県の三次救急医療の充実、富山県との医療体制の連携、ドクターヘリ導入の足がかりになりうる基礎研究としたいと考えている。

3. 既存研究の整理と本研究の位置づけ

藤本らの研究¹⁾では、覚知から医療施設までの収容所要時間と救命率の関係から、救急医療施設へのアクセス性向上の便益を算出している。1)では、長崎救急医療協議会が運営する救急事務引継書約4万件のデータをもとに、6疾患（脳内出血、くも膜下出血、急性心筋梗塞、急性心不全、肺炎、CPA）ごとの覚知から医療施設までの収容所要時間と救命率の関係の分析を行っている。これによって得られた救命曲線から当該地域における現道拡幅計画による収容所要時間短縮を救命人数の増加として便益の算出を試みている。

小池らの研究²⁾では、近年、ドクターヘリコプターにおいて、離着陸出来る場所について改めて整理するとともに、夜間離着陸できる場外離着陸場について評価指標を設定し、愛知県を対象に現地調査等を行い、今後の夜間場外離着陸場のあり方について提案を行っている。

救急搬送活動に関する研究は比較的多く行われており、それぞれ研究内容も進んだものとなっている。しかし、ドクターヘリを取り扱う研究、石川県での導入検討、効果分析を行っている研究は少ない。さらに今後、石川県立中央病院が2016年または2017年完成を目標に建て替えられ、その際にドクターヘリ導入の可能性がある。石川県立中央病院は現在地に移転してから30年以上が経過し老朽化が進行しているため、2010年石川県議会で、2010年度に中央病院の建替え事業に着手すると表明された。また石川県の三次救急医療機関は金沢大学医学部附属病院と石川県立中央病院、金沢医科大学付属病院、公立能登総合病院の4施設しか設置されていない。そのうち3施設は石川中央に位置し、能登北部や南加賀には三次救急医療機関を擁していない。奥能登地域や加賀南部の多くは石川県内の最寄りの三次救急医療機関まで60分以上を要する位置にある。

図-1はドクターヘリの出動準備時間を5分、飛行速度を200km/時として、石川県立中央病院と富山県立中央病院からのドクターヘリ到達時間を計算したものである。図-1より、奥能登など一部の地域は、富山県に運航範囲をカバーしてもらうことで到達時間が短くなる可能性がある。

これを機に、緊急出動要請の地域間格差の解消と三次救急活動の充実を可能にするドクターヘリの、石川県における導入効果を富山県との連携を想定して分析する本研究は十分意義のあるものと考えられる。

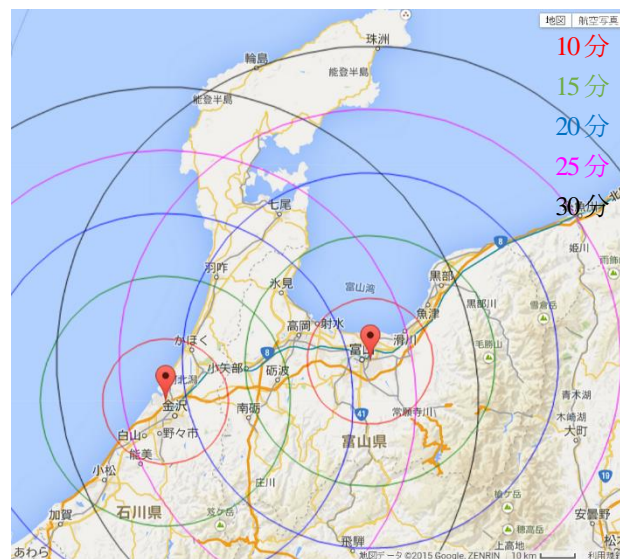


図-1 石川県立中央病院と富山県立中央病院からのドクターヘリ到達時間

4. 初期治療開始時刻に関する検討

(1) 救急要請地区の設定

本研究では対象地域である石川全県を金沢市30、七尾市27、小松市25、輪島市16、珠洲市10、加賀20市、羽咋市10、かほく市3、白山市28、能美市3、川北町1、野々市市4、津幡町7、内灘町18、志賀町16、宝達志水町8、中能登町3、穴水町4、能登町16の249地区に分けて、これらの地区から救急要請があると仮定する。これは、平成22年国勢調査の地区割り（国勢統計区）を参考にした。

(2) 初期治療開始時刻の算定方法

ドクターヘリ導入なしの場合、重篤患者が発生すると救急車が現場に向かい、基本的には現場から直近の三次救急医療機関へ搬送したのちに、医師による初期治療が施されることになる。ドクターヘリを導入した場合には、要請されてから石川県立中央病院を出発して救急現場に向かい、救急現場を出発してドッキングポイントへ向かう救急車と出会う所でドッキングし、初期治療を行うこととなる。本研究では、石川県立中央病院に到着してから行う初期治療の効果と、ドクターヘリがドッキングして行う初期治療の効果を同等の効果であると仮定して、通常の三次救急医療機関への搬送所要時間とドッキングまでの所要時間を初期治療開始時刻とし、その差を短縮

した時間として算定する。

救急車での搬送所要時間は、救急要請後最寄りの消防署から救急車が出動するまでの出動準備時間、消防署から現場までのかけつけ時間、現場滞在時間、現場から直近の三次救急病院までの搬送時間を考慮した。ここでは全て出動準備時間2分、現場滞在時間10分と想定している。救急車の走行速度は基本的に一般道40km/時、主要道60km/時、高速道80km/時、としているが、奥能登地域（輪島市、珠洲市、穴水町、能登町）は交通量が少ないため一般道60km/時、主要道70km/時、高速道90km/時、としている。また、患者ピックアップ後は速く走れないため一律、一般道40km/時、主要道60km/時、高速道80km/時とした。ドクターヘリ出動準備時間は5分、ドクターヘリの飛行平均速度は200km/時とした。石川県立中央病院から石川県の各離着陸場までの時間を図-2に示した。

また今回、ドッキングまでの所要時間を検討するにあたり、ドクターヘリが要請されることが多いとされる、119番通報で症状を把握した時点（覚知要請）と、救急車が現場に到着し患者の容態を確認した時点の2つのタイミングで初期治療開始時刻を算出した。両者とも要請された時点で一番時間のロスが少ない離着陸場を選択した。



図-2 石川県立中央病院から石川県の各離着陸場までの時間

5. 救命率の向上の算定

本研究では、藤本らの救命曲線¹⁾をもとに、効果の計測に影響が大きいと見込まれる脳内出血、くも膜下出血、急性心筋梗塞、急性心不全、肺炎の5疾患を対象として救命率の向上を検討する。

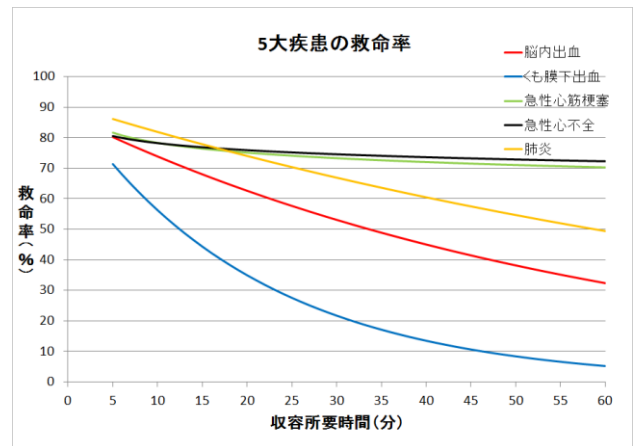


図-3 5大疾患の救命曲線¹⁾

上記の救命曲線をもとに、ドクターヘリを導入した際に期待される初期治療開始時刻の時間短縮に関して、救命率がどれほど向上するのかを算定する。

6. 増加救命人数の算定

平成21年松山市の救急搬送データをもとに、発症者数の計算を行なった。松山市の年齢別発症率のデータを、平成22年国勢調査の年齢別人口を用いて石川県の市町に適用し、年間の年齢別発症人数を計算した。

さらに、求めた市町別の発症者数より、地区別の発症者数を求める。地区ごとの年齢構成は分からないため、人口の割合で発症者数を算出した。求めた救命率と発症者数をかけ、救急車とドクターヘリによる救命人数を算出した。このとき、ドクターヘリは夜間飛行できないため、朝8時半から17時半まではドクターヘリによる搬送、17時半から翌朝8時半までは救急車による搬送として、松山市の時間帯別搬送人員を考慮し、時間帯別の発症率と発生人数を求めた。

最終的に救急車による年間の救命人数と、ドクターヘリを導入した際の年間の救命人数の差をとることで年間の増加救命人数を求めた。

表-1 石川県にドクターヘリを導入した場合と富山県と連携した場合の増加救命人数

	増加救命人数(人)	
	石川県のみ	富山県と連携
覚知と同時に要請した場合	128.1	132.9
現場出発と同時に要請した場合	62.7	66.0
平均	95.4	99.4

7. ライプニッツ式と導入効果

ここでは、救命人数の向上の算出結果を利用し、ドクターヘリの導入効果の算定を行う。本研究では、ドクターヘリ導入による救命1人当たりが生み出す利益を死亡1人当たりの逸失利益として算出する。逸失利益の算定には、交通事故の裁判などで用いられているライプニッツ式計算法⁹⁾を用いる。逸失利益を現時点の価値で算定する場合には、その利益が生ずる時までの利息を控除しなければならず、本研究で用いたライプニッツ式では複利での計算を行っている。下記の式にライプニッツ式を示す。

$$T = Aqs$$

T : 損害の現在価値
 A : 年収
 q : (1 - 生活費控除)
 s : ライプニッツ係数

(1a)

本研究では、症状別の増加救命人数と年齢別の発症率をもとに、年齢別の増加救命人数を求め、年齢ごとの就労可能年数に対応したライプニッツ係数を用いている。ここでは0歳から100歳以上まで10歳ごとの階級に分け、発症者の平均年齢を5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95, 100歳で計算している。

また、1人当たりの平均年間所得は、国税庁の平成24年民間給与実態統計調査⁴⁾から年齢階層別の平均給与を使用している。ドクターヘリ導入による救命率向上の利益の算定結果を示す。

表-2 石川県にドクターヘリを導入した場合と富山県と連携した場合の導入効果

	導入効果(億円)	
	石川県のみ	富山県と連携
覚知と同時に要請した場合	16.21	16.82
現場出発と同時に要請した場合	7.64	8.05
平均	11.93	12.43

ドクターヘリの年間維持費用は、ヘリ変動費、医師等人件費、運航調節費、ヘリ固定費等を含め、年間1億6980万円⁹⁾とされている。

これらを踏まえ、本研究での富山県との連携を想定した、石川県におけるドクターヘリの導入利益は、逸失利益を換算した場合、一年で10.7億円の効果が得られるという結果となった。

8. 今後の課題

現段階では1年を通して休み無く運航することを想定しているが、石川県は悪天候の日が多く、冬場は顕著であるため、季節や気候も導入効果を算出する上で重要な要素である。

また、ドクターヘリ複数要請時の富山県との連携も想定していくことで、より精度の高い効果分析を行なっていきたい。

参考文献

- 1) 藤本昭, 橋本孝来: 救急患者の収容所要時間・救命率曲線を使った道路整備の救命向上効果計測, 九州技報第31号, pp15-21, 2002.
- 2) 小池則満: ヘリコプター救急を支える離着陸場整備のあり方, 土木計画学研究・講演集 vol.43, 2011
- 3) 現在価値(逸失利益)の計算式, <http://www.asahinet.or.jp/~ZI3H-KWRZ/law2traffic2.html>
- 4) 国税庁: 平成24年民間給与実態統計調査, 年齢階層別の平均給与
- 5) 益子邦洋: 救急医の覚悟が問われる時代, アスカ 21第70号, 2009年

(2015.4.24 受付)