

平成 22 年 5 月 12 日現在

研究種目：若手研究（B）  
 研究期間：2007～2009  
 課題番号：19790379  
 研究課題名（和文） 複数搬送手段を含む災害時の傷病者搬送システム評価に関する研究

研究課題名（英文） Evaluation of medical transportation system with various transportation means at an disaster

研究代表者  
 小池 則満（KOIKE NORIMITSU）  
 愛知工業大学・工学部・准教授  
 研究者番号：50293741

## 研究成果の概要（和文）：

集団災害時には、救急車だけでなくヘリコプターなどの複数の搬送手段で傷病者を速やかに搬送することが望まれる。本研究では、複数搬送手段による傷病者搬送システムおよびそれを支援する社会インフラを評価するモデルを構築した。具体的には、震災時に医療機関に来院する傷病者数の予測、医療チーム連携のための道路ネットワークや耐震化のあり方、ヘリコプターの参加する救援活動シミュレーション、ヘリポートの立地条件等について考察した。

## 研究成果の概要（英文）：

In a serious accident, there is a fear of a great number of injured people. I proposed the evaluation model for medical transportation with various means. It's composed of the prediction model for the number of patients visiting hospitals, the evaluation model of road network and the highway accident simulation model.

## 交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,400,000	0	1,400,000
2008年度	800,000	240,000	1,040,000
2009年度	700,000	210,000	910,000
年度			
年度			
総計	2,900,000	450,000	3,350,000

## 研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：境界医学・医療社会学

キーワード：リスクマネジメント、災害医療、ヘリコプター、防災、集団災害、航空機事故、震災、高速道路事故

## 1. 研究開始当初の背景

1996年の阪神・淡路大震災以降、各地で地域防災計画の見直し作業が行われているが、傷病者の搬送計画に関する記述が十分でな

いと指摘がある。阪神・淡路大震災のような災害は、被害が面的に広がることから、その搬送システムは多段階におよび、現場から医療機関へ、さらに基幹的医療機関へ、特に重傷な傷病者等については最終的に被災地

外の後方医療機関へと搬送される。このトリアージ(選別)を前提とした搬送システムは、各地の防災計画の中にも取り込まれつつあり、厚生労働省による災害拠点病院の整備も、後方医療機関への搬送の際に窓口となる医療機関の整備を考えたものである。こうした多段階の搬送システムは、多くの災害において陸上交通が麻痺したことを教訓に、防災ヘリコプター、ドクターヘリコプターを含む複数の搬送手段を連携させることが前提となっている。したがって、ヘリコプター、車両などの様々な手段による搬送活動をシステムとして捉えることが必要である。

## 2. 研究の目的

災害医療分野の視点・ニーズを十分に捉えつつ、防災工学や交通工学のもつシステム評価手法をベースとして、複数搬送手段の参加する災害・救急医療活動によって期待される効果とその程度を定量的に明らかにする手法を確立することを本研究の目的とする。

## 3. 研究の方法

災害時の搬送システムには、様々なケースにおける種々の要因が考えられる。したがって、いくつかの災害や大規模事故を想定し、それに対応するためのシステムおよびそのための社会インフラ等について考察を進めていくこととした。本研究では以下のような課題を設定して研究を遂行した。

### (1) 高速道路での多重事故を想定したシミュレーションプログラム

事故発生から各機関(地上隊、ヘリコプター)の連絡、出動、現着、傷病者搬送といった流れを組み込んで、待ち時間、到着時間、搬送隊の到着間隔などを出力するとともに経済的視点からの評価を試みる。

### (2) 航空機事故における傷病者搬送活動

航空機事故の伴う多数傷病者が空港で発生した場合を想定し、搬送時間や待ち時間などから、傷病者の抱えるリスクについて定量的に評価することを試みる。これに救急隊のみのケース、ヘリコプターが加わった場合のケースを比較し、その効果について考察する。

### (3) 震災時における医療機関への来院者数予測

震災時においては、市民自らによる搬送活動が行われることが多いが、場合によっては一部の医療機関への過度な集中が生じ、適切な医療を受けられなくなる恐れがある。これを予測するモデルを構築し、傷病者の集中が発生しそうな医療機関を示すとともにその軽減方法について考える。具体的手順としては、特定の小学校区へのアンケート調査によって災害時にむかう医療機関をたずね、その

比率から医療機関ポテンシャルの係数を調整し、得られた式を全市に適用して全体の傷病者の集中を予測する。

### (4) ドクターヘリコプター普及のための社会的要因

ドクターヘリシステムが普及している道県の傾向を、社会的指標の多変量解析により明らかにし、ドクターヘリシステムという新しい社会基盤が普及していくための社会的条件について考察することを目的とし、まずドクターヘリ普及の現状、社会的指標の抽出、ロジスティック回帰分析と主成分分析を行うこととする。

### (5) 災害用臨時ヘリポートのあり方

ヘリコプターによる災害救援や救急医療サービスが社会に浸透するのにあわせ、離着陸場の整備が徐々に進んでいるが、過去の災害において多くの反省や課題が指摘されている。そこで、災害時臨時ヘリポートの候補地について、その特性や役割を簡易にかつ客観的に示すための手法が求められていると考え、関連樹木法とよばれる手法を用いて、評価者によってヘリポートの特性を評点化することを試みる。災害用臨時ヘリポートの周辺地区の被害予測、医療機関等が隣接しているか、アクセス道路はあるか、等を勘案して、災害医療活動に重要で早期に開くべきヘリポート、物資輸送に特化してもかまわないヘリポート等を、関係者が簡易に分けられるような手法を提案する。

### (6) 米国ケンタッキー州における道路損傷診断システムを用いた早期道路復旧と情報提供

米国ケンタッキー州における震災時における道路ネットワークと緊急システムについて、特に、ケンタッキー大学で開発された震災時における橋梁の早期損傷診断および情報収集システムによる道路ネットワーク仮復旧までに期待される時間短縮効果を求める。

### (7) 米国における広域避難活動のレビュー

米国における広域避難についての調査研究を進めた。ハリケーンなどによる大きな災害が予想される際には、被害が発生していない段階からの避難が開始される。この際の交通規制の手段、道路交通の確保、交通機関との連携などについてレビューを行う。

## 4. 研究成果

### (1) 高速道路での多重事故を想定したシミュレーションプログラム

愛知県内の東名高速道路をケーススタディとして取り上げた。出動条件を変更したCaseごとの初期治療開始時間の比較を行ったものが図-1である。縦軸に初期治療開始時間、横軸に地点をキロポストで示している。ドク

ターヘリを活用した搬送のCase2は、通常の救急車搬送Case1に比べ、全14箇所中10箇所初期治療開始時間の短縮効果があることが分かる。また、現状では警察車両と道路管理車両の両方が現場に到着していなければ着陸できないこととなっているが、道路管理車両単独の交通規制によるドクターヘリ搬送Case3は、現在の交通規制によるドクターヘリ搬送Case2に比べて4地点で初期治療開始時間短縮に効果があることが分かる。これは、282K.Pより東区間では、道路管理車両の出動拠点が警察車両に比べて近いためであり、最大で25分の初期治療開始時間の短縮となる。救急車がSA,PAから進入(Case4)すると、9箇所において初期治療開始時間の短縮効果が見られることが分かる。これは、事故渋滞による影響がCase1に比べ少ないためと考えられる。また、ドクターヘリの着陸のための交通規制によって事故渋滞が延長し経済的損失があったとしても、それを上回る救命による経済的効果があることをあわせて示した。

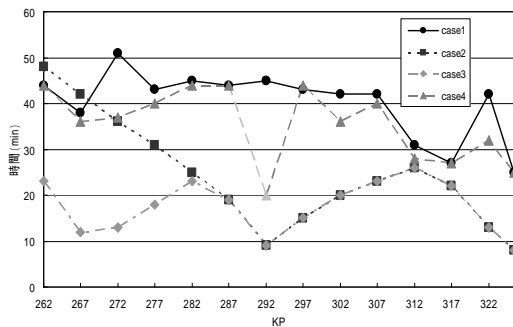


図 1 初期治療開始時間

(2) 航空機事故における傷病者搬送活動

評価対象とした16空港のうち半数近くの空港ではドクターヘリの活用によって、現状よりも航空機事故発生時における傷病者搬送にかかるリスクを低減できる結果となった。これは、多くの空港が空港島や都市郊外にあり、近隣の消防及び医療機関が充実していないこと、近隣の消防機関の数が少ないために、遠方の消防機関に出動要請せざるを得ず、救急車の現場到着が遅くなること、医療機関が遠いために傷病者の分散搬送が困難であることなどのためである。ドクターヘリは高速でかつ遠方まで傷病者を搬送できるため、搬送時間の短縮や分散収容に効果的であるが、多数傷病者をすべてヘリコプターで搬送するのは難しく、地上隊との役割分担が不可欠である。また、消防防災ヘリの活動拠点としている空港も多く、このような場合には消防防災ヘリによる迅速な搬送の開始が可能である。空港での航空機事故発生に対して消防防災ヘリが情報収集のための飛行のみならず傷病者搬送に対しても素早く機能できるように備え

ることが必要と考えられる。

(3) 震災時における医療機関への来院者数予測

愛知県内のT市をケーススタディとして取り上げた。2通りの被害予測で計算した結果を図-2に示す。これを見ると、市内3病院において多数の傷病者が集中する可能性のあることがわかる。対策として、集中が予測される病院の周辺への応急救護所を早期に展開すること、傷病者の来院が少ないと予測された医療機関への積極的な誘導を行い、出来る限りトリアージを経た傷病者が災害拠点病院へ搬送されるようにすることが必要である。このように、事前に医療機関への傷病者数を予測することで、応急救護所展開の優先順位を示すことが可能となる。本研究で提案した予測手法は、後方医療機関へ搬送するためのヘリポート計画、必要な航空機の機数や運用などを考える際のデータとしても、活用できる。

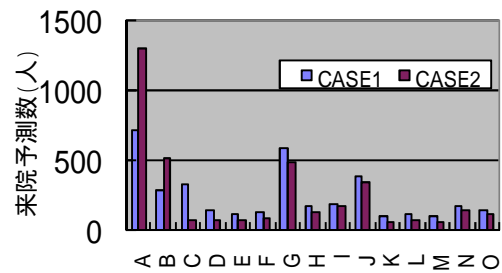


図 - 2 来院傷病者数の予測

(4) ドクターヘリコプター普及のための社会的要因

ロジスティック回帰分析および主成分分析を用いて要因を分析した結果、自治体の財政力指数が大きく影響することが明らかとなり、財政上の支援、合同運行などが必要であることを述べた。

(5) 災害用臨時ヘリポートのあり方

関連樹木法による評点化を行い、評価対象の2カ所の災害時臨時ヘリポートの地域防災計画における位置づけについて考察した。その結果、あるヘリポートは、各評点の平均値や採点者3名による評点も高く、大型機の離着陸が可能である点、緊急輸送道路とのアクセスが良い点と相まって、物資輸送等、救難活動の拠点として期待できるが、周辺医療機関とのアクセスが問題であること、別のヘリポートは、各評点の平均点は低いが、災害への耐性が比較的良いことから、別のヘリポートの支援や代替として位置づけられるのが望ましいこと、対象地域の基幹病院が市の郊外に位置していることもあり、医療アクセス性の評点が高くなく、別途、臨時ヘリポートを設置するか、現状のヘリポートとのアク

セスを最優先で確保することが望まれること、などを指摘した。このように災害時臨時ヘリポートをいくつかの指標を用いて具体的に評価することによって、対象地域における当該ヘリポートの役割を明確にすることができるとともに、地域防災計画全体の中での課題についても考察することが可能となることを述べた。

(6) 米国ケンタッキー州における道路損傷診断システムを用いた早期道路復旧とその情報提供

西ケンタッキー地域に適用した場合、通常の点検では全橋梁の点検終了までに70時間以上を要するところを事前点検と組み合わせた戦略により約5時間には緊急車両の徐行での通行が可能であることを示した。したがって初期の5時間には空路による搬送を中心に議論すべきと考えられる。

(7) 米国における広域避難活動のレビュー

我が国において同様の防災計画を策定する際の課題についてまとめた。まず、広域避難を行う意思決定のための科学的な根拠が必要である。また、広域避難の際には脱出する方向に向かって大渋滞が発生することから、全面一方通行など、少しでも交通をスムーズにするための方法が求められ、そのための研究蓄積が必要である。我が国では、地域内の避難所等へ避難することがほとんどであったことから、事前広域避難によるリスクの低減がいかなるものであるか、明示されなければ行動に移らない。これには事前広域避難の人的被害軽減予測や、復旧、復興における影響などを十分に考察し、提示する必要がある。今後はこれらの成果を我が国に適用した場合に期待される点や問題点を明らかにし、具体的な防災計画へ適用していくことが大きな課題である。

以上の通り、複数の車両とヘリコプターを含む搬送活動のための、傷病者予測、搬送シミュレーション、それを支える社会インフラ(道路ネットワーク、ヘリポート)まで、多角的に考察し、今後の搬送システムのあり方について議論することができたと考える。これらは災害医療と防災工学等を結ぶ領域の研究であり、新規性も高いと考える。今後は、普及の進むドクターヘリコプターやドクターカーと地域防災計画との整合性や連携等について考察を進めるとともに、搬送システムの適切な評価方法について議論を深める必要があると考える。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 6 件)

二村禎晃, 小池則満, 栗田敬司: 社会的指標によるドクターヘリコプターシステム普及のための要因分析, 安全問題研究論文集, 査読有り, Vol. 3, PP.113-118, 2008.

前田大輔, 小池則満, 井上保介, 野口宏: 航空機事故発生時におけるドクターヘリの有効性評価, 安全問題研究論文集, 査読有り, Vol. 3, PP.119-124, 2008.

齋藤成彦, 小池則満, 井上保介, 野口宏: 高速道路事故におけるドクターヘリコプターを活用した救急活動に関する研究, 安全問題研究論文集, 査読有り, Vol. 3, PP.125-130, 2008.

小池則満: 震災時における来院傷病者数予測モデルの構築, 日本集団災害医学会誌, 査読有り, 第13巻, 第1号, PP.1~7, 2008.

小池則満, 小林啓二, 栗田敬司: 災害時臨時ヘリポートの特性評価に関する研究, 日本航空医療学会雑誌, 査読有り, 第8巻, 第1号, PP.27-34, 2007.

小池則満, 乗京和生: 震災時における負傷者広域搬送システムを支える道路網整備に関する研究, 都市計画論文集, 査読有り, Vol.42-3, pp.619-624, 2007.

[学会発表](計 2 件)

小池則満; 高速道路本線着陸の費用対効に関する一考察, 第15回日本航空医療学会, 2008.11.15, 島根県松江市

二村 禎晃; ドクターヘリコプターの普及と社会的指標の因果関係に関する一考察, 第62回土木学会年次講演会, 2007.9.12, 広島大学

出願状況(計 0 件)

取得状況(計 0 件)

[その他]

研究室ホームページにて研究報告書を公開している

<http://aitech.ac.jp/~i-p/index.html>

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

小池 則満 (KOIKE NORIMITU)  
愛知工業大学・工学部・准教授  
研究者番号: 50293741

##### (2) 研究分担者

なし

##### (3) 連携研究者

なし