

傷病者搬送システムの信頼性に関する一考察

名古屋工業大学 正員 ○小池 則 満
 名古屋工業大学 正員 秀島 栄 三
 名古屋工業大学 正員 山本 幸 司

1. はじめに

傷病者搬送活動は救急・災害医療における重要な活動のひとつであり、搬送中に行うべき医療行為の検討のみならず、搬送活動をシステム論的に捉える研究がいくつかなされてきた。しかし、多くは搬送時間を確定的に与えたものや、医療に関する指標を含んでいないものであり、搬送活動の評価方法としては十分とは言えない。

そこで本研究では、信頼性分析の概念を用いて傷病者の時間的制約と確率的な搬送時間を条件に取り入れた搬送システムの評価方法を提案する。

2. 搬送システムの信頼性

(1) 搬送システムの構成

傷病者の救命を達成するシステムの重要な構成要素として、傷病者の身体機能というシステム（以下、身体システム）と搬送システムの二つが挙げられる。身体システムとは傷病者の身体がその生命を維持するシステムであり、搬送システムとは救急車やヘリコプターといった搬送手段が通報を受けて現場に到着し傷病者を医療機関へ搬送する一連の活動システムである。傷病者の身体システムが不可逆的な故障状態、すなわち死に転帰してしまった場合、搬送システムが正常に作動し、適切な医療機関へ可能な限り迅速に傷病者を搬送したとしても、目的は達成されない。逆に、搬送システムが正常に作動していない場合、本来なら死に転帰するまでに時間的余裕のある傷病者であっても、その救命は保証されなくなる。すなわち、身体システムと搬送システムの両方が同時に適切に動作した場合に、全体の救命システム（以下、救命システム）の目的が達成される。したがって、このシステムは図-1に示すような直列システムであると言え、信頼度は式(1)に示すように、二つのシステムの信頼度の積で示すことができる。このような救命システムの信頼度を「救命

システム信頼度」と呼ぶことにする。

$$Y = \prod_{i=1}^2 R_i \quad \cdots (1)$$

ここに、 Y ；救命システム信頼度， R_i ； i 番目のシステムの信頼度

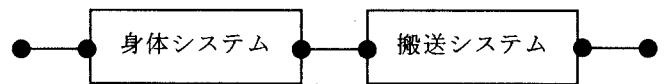


図-1 救命システムの構成

(2) 身体システムの信頼度

身体システムの信頼度として、もっとも一般的なのが救命率曲線と考えられる。救命率曲線は適切な処置が時間内に行われなかった場合に死に転帰する確率曲線と相補関係にあり、身体システムの信頼度の考え方と一致する。しかし、身体システムの信頼度は傷病の種類や程度によって異なると考えられることや、本研究で提案する身体システムは搬送計画を立てるためのひとつの指標であることから、通常言われている救命率曲線とは区別する必要がある。そこで本研究では、適切な処置を行うことで救命される確率の累積分布を身体システムの信頼度と考えて、「身体システム信頼度」と呼ぶことにする。

(3) 搬送システムの信頼度

搬送システムの信頼度は搬送手段が現場に到着する時間の確率分布、もしくは傷病者を搬送し医療機関に引き渡すまでの時間分布である。これらのどちらを選択するかは、身体システム信頼度の定義による「適切な処置」に依存する。すなわち、現場に到着し応急手当を開始しつつ搬送することによって救命されると判断するならば、現場への到着時間の確率分布が搬送システムの信頼度となる。医療機関に到着し手当てを開始することによって救命されると判断するならば、医療機関

への到着時間の確率分布が信頼度となる。本研究ではこれらふたつの信頼度を「搬送システム信頼度」と呼ぶことにする。

3. ケーススタディ

(1) 概略

信頼性分析を用いた搬送活動評価の事例として、関西国際空港における航空機事故発生時のヘリコプター搬送を取り上げる。飛行時間などのデータは 1992 年に行われた救急医療ヘリコプター実用化実験¹⁾ から得た。八尾空港に定置されているヘリコプターによる重傷者の搬送を想定し、収容先医療機関は大阪府立病院とした。

(2) 身体システム信頼度の設定

重傷者の定義については様々な考え方があるが、適切な処置を行わなければ 60 分以内に死亡する確率の高い傷病者を重傷者と定義した例を参考に²⁾、この時間内における現場への医療スタッフ投入や病院収容の可否が最終生存率に大きな影響を与えるものと考え、事故経過後 60 分後に救命率が 5%未満となるロジスティック曲線を身体システム信頼度として設定した。

(3) 計算結果

ヘリコプターの到着時間をモンテカルロ法によって計算し、その確率分布を求めて搬送システム信頼度を計算し、救命システム信頼度を求めた結果を図-2に示す。現場到着をもって救命される場合の信頼度は、図-2より40分後に約0.55であることがわかる。一方、医療機関収容をもって救命されると想定すると、50分後に最大となるが、その信頼度は0.1程度である。したがってこのような傷病者の救命をヘリコプターに期待するのは難しいと言える。

次に、ヘリコプターが2機飛行し、搬送システムが並列となった時の信頼度を計算した結果を図-3に示す。これを見ると、救命システム信頼度は現地到着を基準とした場合には1.3倍、医療機関到着の場合は1.7倍となっており、大きく改善されていることがわ

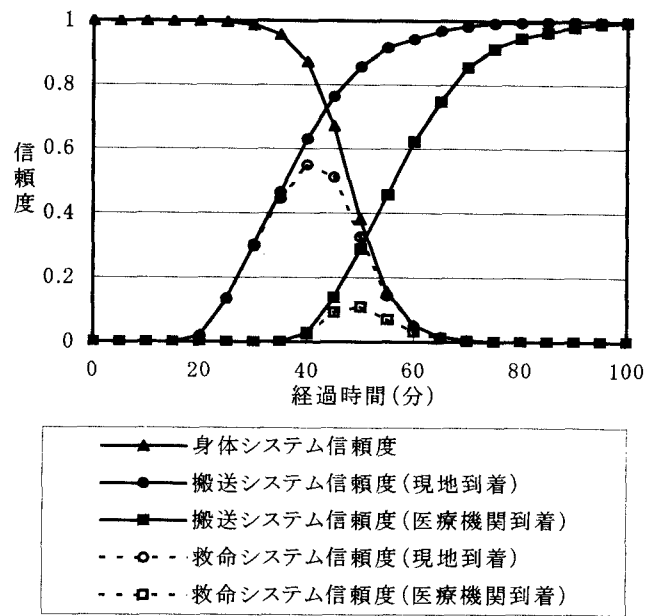


図-2 救命システム信頼度

かる。それでも、医療機関到着を基準とした場合の信頼度は、最大で0.2程度となった。

4. おわりに

信頼性分析によって、関西国際空港においては60分後にほぼ身体システム信頼度が0となるような重症の傷病者に対しては、なんらかの方策が必要であることが明らかとなった。

また、今後の防災計画や傷病者搬送計画に適用するにあたっては、どのような身体システム信頼度を設定し、どの程度の確率で救命できれば社会的に妥協できるのか、災害の種類や規模に応じて議論をする必要があるといえる。

【参考文献】

- 1) (社)日本交通科学協議会:救急医療ヘリコプターの実用化研究, 1993.
- 2) 日野原重明:救急ケアマニュアル(ナースングケアマニュアル 19巻). 学習研究社, P. 150, 1987.

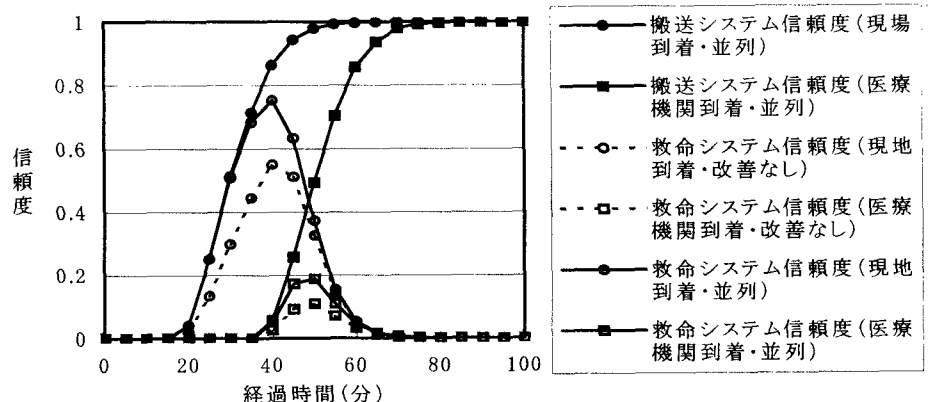


図-3 搬送システムが並列の場合の救命システム信頼度