

ドクターヘリコプターの最適配置計画に関する一考察

愛知工業大学 正 員 〇小池則満
名古屋工業大学 正 員 秀島栄三
川崎重工業株式会社 栗田敬司

名古屋工業大学 学生員 好本篤生
名古屋工業大学 正 員 山本幸司
愛知工業大学 正 員 深井俊英

1. はじめに

より迅速に高度な医療を受けられる救急医療システムの整備が望まれている中、ドクターヘリコプター（以下、ドクターヘリ）を平常時や災害時の傷病者搬送活動に利用する提案がなされている。本研究ではその有効性を検証するために、試験運用されているドクターヘリの飛行時間に関する分析をもとに、最適配置計画について考察する。

2. ドクターヘリの運用方法

ドクターヘリの運用方法には、大きく分けて2つの種類がある。

① 1次搬送 ドクターを傷病者発生現場もしくはその隣接地に派遣し、救急車もしくはヘリコプター内部で早期診断・早期治療を開始することで、救命率の向上を図る。

② 2次搬送（医療機関間転送） 現場から近隣の医療機関に一旦搬送された傷病者を高度医療機関へ転送する。

3. 飛行時間に関する分析

本研究では、静岡県浜松市の聖隷三方原病院におけるドクターヘリ飛行データを用いて考察する。平成11年4月から平成12年3月までの間に207回のドクターヘリによる傷病者搬送を行っており、ほとんどのケースが1次搬送である。事前に搬送依頼があったケースなどを除いた177ケースにおける通報を受けてから離陸するまでの時間を図-1に示す。図中の折線は10回ごとの移動平均である。これを見ると、1年間の運用において、出動回数が増えるにしたがって離陸までの時間が短縮される傾向がみられ、システムに対する習熟度も離陸時間や飛行時間に影響があるといえる。そこで、50回目以降の出動事例における離陸時間分布をまとめたものが図-2である。これを見ると、90%以上のケ

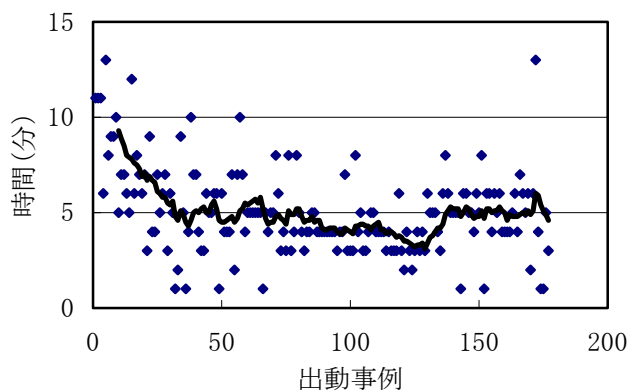


図-1 離陸までの時間

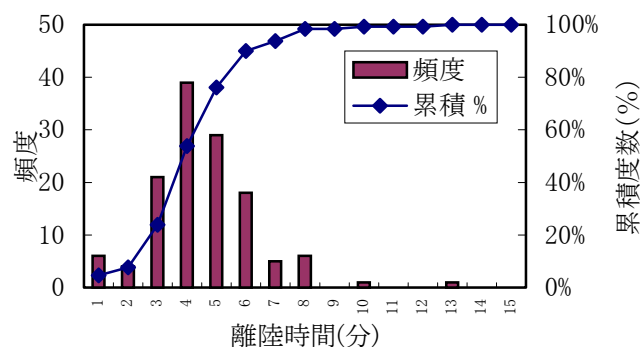


図-2 離陸までの時間分布

ースで6分以内に離陸していることがわかる。また、3分以内に離陸した事例も約2割ある。

図-3に、飛行距離と実際の飛行時間との関係を示す。ここでは、着陸した場所が明らかな117事例を取り上げている。これを見ると、距離が長くなるほど対地速度が向上する式となっており、上昇、下降に時間を要するヘリコプターの特性を考慮すれば、問題のない近似式であるといえる。決定係数も高く、分散比Fは307.4と有意水準1%で棄却されることから、十分な説明力があるといえる。

4. ドクターヘリの最適配置計画

ドクターヘリ運用においては、ヘリコプターを常駐させる医療機関が必要となる。本研究における最適配置計画では、ヘリコプターを配置する医療機関と離着陸場との飛行時間を算出し、次のような基準

キーワード、ヘリコプター、救急医療、最適配置計画

470-0392 豊田市八草町八千草 1247 愛知工業大学土木工学科 tel.0565-48-8121 fax.0565-48-3749

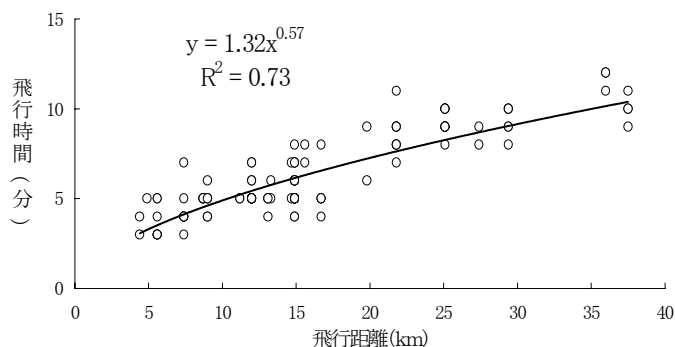


図-3 飛行距離と飛行時間の相関関係

にしたがって評価する。

① 最長飛行時間の最小化

ドクターヘリは現地に医療スタッフを搬送する役目を担っている。そこで、医療機関から最も遠い離着陸場までの飛行時間を取り上げ、これが最小となる医療機関を選定する。

② 平均飛行時間の最小化

すべての離着陸場への飛行時間の平均値が最小となる医療機関を選定する。

③ 受け持ち離着陸場数の差の最小化

2機のヘリコプターが分担する離着陸場数が極端に偏らないように医療機関を選定する。

以上の評価指標のうち、①をサービスの公平性指標と考えて最優先し、②、③を候補となる医療機関を絞り込む制約条件とする。

5. 最適配置計画に関する事例分析

(1) 医療機関および離着陸場の設定

岐阜県を対象に、救命救急センターおよび災害拠点病院をヘリコプターが常駐する医療機関の候補として分析を行う。ただし、県中央部にこれらの医療機関が存在しないために、救急指定病院を一カ所追加し、合計9カ所とした。場外離着陸場には、各市町村の場外離着陸場1カ所を選定し、合計67カ所をドクターヘリが着陸する対象とした。ただし、救命救急センターもしくは災害拠点病院を擁する市町村では、救急車が搬送の中心になると考えて除外した。運航するヘリコプターは2機とし、より迅速に到着できるヘリコプターがその離着陸場を受け持つものとした。計算はすべての医療機関の組合せについて行う。

(2) 計算結果

最長飛行時間の計算結果を表-1に示す。医療機

関hとgの組合せが13分と最も短い、医療機関fを中心とした組合せも14分と短い。次に、平均飛行時間を表-2にまとめる。最長飛行時間で選定された組合せの中では、平均飛行時間に大きな違いは見られない。表-3に受け持ち離着陸場数の差を示す。横列の医療機関の受け持ち数が多ければ正值、少なければ負値となる。これを見ると医療機関fとc、d、eの組合せが、均等に離着陸場が配分され望ましいといえる。このときの平均飛行時間は9分と非常に短く、救命率向上が期待できる。なお、医療機関fは岐阜県の中央部に位置し、医療機関c、d、eは岐阜県南部に位置する医療機関である。

表-1 最長飛行時間

	b	c	d	e	f	g	h	i
a	19	19	19	19	14	14	19	18
b		20	20	20	14	14	19	19
c			20	20	14	15	19	18
d				20	14	16	19	18
e					14	17	19	19
f						18	14	18
g							13	19
h								18

表-2 平均飛行時間

	b	c	d	e	f	g	h	i
a	10	10	10	10	9	9	10	10
b		10	10	10	10	10	11	11
c			11	11	9	9	10	10
d				11	9	9	10	10
e					9	10	10	10
f						12	10	12
g							9	12
h								10

表-3 受け持ち離着陸場の差

	b	c	d	e	f	g	h	i
a	-14	-10	-11	-14	-6	-13	-8	-12
b		4	2	-3	-7	-14	21	-11
c			-7	-16	-3	-11	5	-6
d				-16	-3	-10	2	-5
e					2	-7	13	-2
f						-20	10	-17
g							14	13
h								-13

6. おわりに

本研究では、ドクターヘリの飛行時間を分析するとともに、最適配置について考察を行った。今後は離陸までの時間分布や飛行時間の偏差を考慮した確率的モデルの開発が考えられる。また、今回は、各市町村に1カ所の離着陸場を設定したために、全体に市町村数の多い県南部に偏った配置となった。地域における医療の実情を把握した上で、ドクターヘリの需要が多いと思われる地域への重み付け方法を考える必要がある。