

## D-8

## 広域災害時の航空機救助活動における空港運用の検討

## —南海トラフ地震発生時の高知県を対象として—

## A Study of Airport Operation in Helicopter Rescue Activities at Wide-Area Disaster

## —A Case of Kochi Prefecture at the Nankai Trough Quake—

指導教授 轟 朝 幸 川 崎 智 也 1 1 1 9 古 川 詩 乃

## 1. はじめに

東日本大震災時では、発災直後より自衛隊や消防など様々な運用主体の航空機が被災県およびその周辺県の空港に飛来し、情報収集や救急救助などの活動を行い、空港が防災拠点として有効に活用できることが示された<sup>1)</sup>。今後起こり得る南海トラフ地震においても、被災地空港などが救助救援活動の拠点とならなければならない。しかし、高知空港は、津波浸水により空港機能を失う可能性があり、近隣空港が高知空港の機能を代替することが不可欠である。効果的な救助活動を支援するためには、空港と高知県内防災拠点の場外離着陸場が有機的に結ばれたヘリ活動が必要となり、複数空港などの活用方法を検討することは極めて重要である。

そこで本研究では、南海トラフ地震発生時の高知県を対象として、効果的な空港機能の運用体制について検討することを目的とする。具体的には、ヒアリング調査をもとに、救助方法、実働ヘリ数を前提条件とした広域災害時のヘリ活動のための空港の機能に関する運用シナリオを作成する。その後、マルチエージェントモデルを用いて運用シナリオ別に救助人数を算出し、効果的な運用政策について明らかにする。

## 2. 対象とする地域と活動

本研究では南海トラフ地震を想定し、救助対象地域を高知県沿岸部 19 市町村、救助対象機関を消防航空隊とした。高知県では、最大 34m の津波の襲来が予測されている。地盤沈下による長期の浸水によって住民は自力での移動が困難を極めると考えられる。そのため、航空機からの救助活動は非常に重要なものになると考えられる。なお、高知空港も津波被害により空港の半分以上が浸水することが想定されている。

## 3. 災害時の航空機活動

東日本大震災時の航空機活動実態については、荒谷ら<sup>1)</sup>の研究により詳しく整理されている。南海トラフ地震への備えの状況などについては、高知県の関係機

関へのヒアリング調査から把握した。これらの結果に基づき、広域災害時の運用シナリオを作成する。

発災直後、主に活動する航空機は機動性の高いヘリである。ヘリは、空港などヘリの基地となる場所(以下、HB)・場外離着陸場(以下、FB)を拠点として活動しており、日の出とともに HB に駐機しているヘリが被災地へ向かい救助活動を行う。日中の活動拠点は、被災地付近の FB を利用し、FB などで被災者の受け入れ、給油や隊員の交代を行う。その後、日没前に HB へ帰還し、夜間の駐機を行う。また、途中で必要に応じ HB に帰還し、ヘリの整備などを行う。

高知県消防航空隊では HB を高知空港としている。しかし、高知空港が被災により使用不可能な場合は代替空港として高松空港と松山空港を使用することが考えられている。FB は、高知県によって定められた全 8ヶ所の防災拠点を使用する予定である。詳細を図-1に示す。

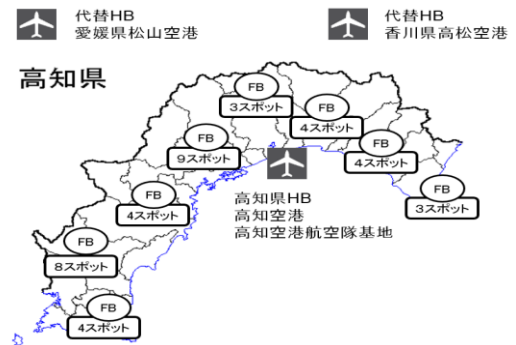


図-1 航空機の拠点設置場所

## 4. 解析手法

救助人数を算出するために、Majima et al.<sup>2)</sup>の研究を参考にマルチエージェントモデルを用いたヘリ活動のシミュレーションを行う。本研究ではヘリ救助の1ミッションを、空港・FBを出発したヘリが被災地にて被災者の救助を行い、空港・FBに被災者を降機させることと定義する。最適な被災地の選定として、1ミッションの総所要時間を計算し、最短で救助が完了できる被災地を決定する。しかしこの場合、最短距離の被災地に活動が集中するため、県全域に救助が行き渡るような、

エリアごとの救助率（救助完了人数/救助要請人数）が均等となるように活動するケースも設定した。

### 5. シナリオの設定と結果

表－1は、今回想定したシナリオ設定を示している。ソフト面とは主として運用体制についての条件を示し、ハード面とは、主として施設・設備の諸条件を示した。全組み合わせでのシミュレーションで求めた救助人数の結果を表－2に示す。

表－1 シナリオの設定

ソフト面	前提条件	政策面
	<b>救助方法</b> ・移動時間最短ヶ所優先 ・救助救助率考慮	<b>救助担当エリア分け</b> ・FBごとに8分割 ・支部ごとに4分割 ・エリア分けなし
ハード面	実働ヘリ数	高知空港の被災状況
	・一次進出機10機 ・出動待機機を含む23機	・全域使用可能 ・全域使用可能一部使用可能 ・使用不可能 ・使用不可能迂回ルート

表－2 救助人数算出結果 (単位:人)

ソフト面の条件	担当エリア	救助方法	ハード面の条件									
			高知空港の状況		全域使用可能		一部使用可能		使用不可能		使用不可能迂回	
			ヘリの機数	救助率	10機	23機	10機	23機	10機	23機	10機	23機
8分割	移動時間最短地域優先	救助率考慮	148	343	145	339	144	338	143	332		
		救助率考慮	139	323	139	319	136	316	134	309		
	4分割	移動時間最短地域優先	150	332	149	329	148	320	145	320		
		救助率考慮	135	308	135	303	131	304	130	293		
エリア分け無し	移動時間最短地域優先	150	314	154	325	151	314	144	321			
	救助率考慮	124	303	124	298	118	301	117	292			

### 6. 分析と考察

#### (1) ヘリの運用方法別のシナリオ分析

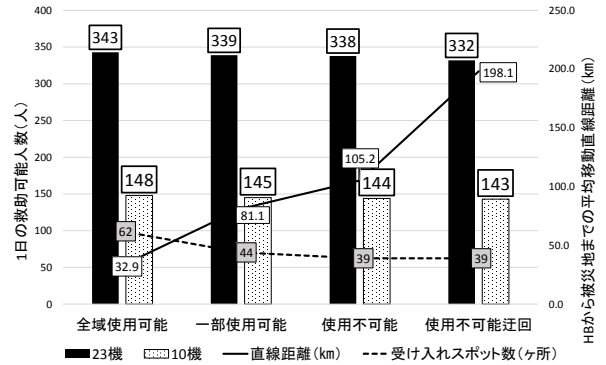
高知県へは、最大 23 機のヘリが飛来予定である。発災直後の混乱期に、これらのヘリの情報を一括で管理し運用することは困難を極める。そこで、県内のエリア分けを行い、ヘリに担当エリアを与える運用方法を提案し、救助人数による評価を行った。その結果、担当エリアを詳細に分けることで救助人数は増加する傾向にあった。これは、担当エリアを分けることで、FB の駐機スペースに入れず、上空に待機するヘリが少なくなったためである。

#### (2) 高知空港の被災状況別のシナリオ分析

表－1内の高知空港の被災状況に応じた4パターン空港の運用方法を評価した。

なお、ヒアリング調査より、現在津波対策でかさ上げ工事を行っている高知空港内の航空隊基地（5 スポット）が使用できる一部使用可能な設定と、冬季は四国山地に発生する雲の影響で、海岸線沿いへの迂回が必要であることから迂回ルートの設定も考慮した。図－2は、高知空港の被災状況による分析結果の一部を示している。救助人数と HB から被災地までの平均移動距離は、反比例の関係となり、より被災地に近い HB を選択することで救助人数の増加に繋がると考え

られる。また、FB 機能を伴う高知空港が全域使用可能な場合と一部使用可能な場合では、前者の救助人数が増加した。これは高知空港の駐機スペース増加により、上空に待機するヘリが一部解消されたためである。以上より高知空港を保護することは、HB、FB の両機能面において効果的であり、救助人数の増加に繋がることがわかった。



図－2 ハード面での救助人数の変動

### 7. おわりに

本研究では、消防ヘリの活動に焦点をあて、シナリオ別に救助人数の算出を行い、効果的な運用政策を明らかにした。救助人数の視点から、ソフト面ではエリアを8分割したケースが効果的であり、ハード面では、高知空港が全域使用可能なケースが効果的であることが示された。高知空港を保護することは、多くのヘリを管理・運用する上で重要であるといえる。

本研究で示した結果は、あくまでもヘリ活動の運用方法を簡便に想定してシミュレーションした結果であり、実際には救助要請者にも優先度が発生することが想定される。さらに消防ヘリの航続時間は概ね2時間程度であり、発災時に給油体制がどの程度整備されているかは重要な要素であるといえる。今後はそれらを踏まえた上で、時系列に沿ったシナリオの想定、消防航空隊以外の活動機関を含めた検討が必要である。

なお本研究は、科学技術研究費における研究「広域災害時の救援救助活動を支える空港運用最適化モデルの開発」の一環として海上技術安全研究所と取り組んだものである。

### 参考文献

- 1) 荒谷太郎, 平田輝満, 長田哲平, 花岡伸也, 轟朝幸, 引頭雄一: 東日本大震災時の航空機活動と空港運用の実態分析—いわて花巻・山形・福島空港を対象として—, 土木学会論文集 D3 (土木計画学) 69(5), I\_229-I\_246, 2013.
- 2) Takahiro MAJIMA, Daisuke WATANABE, Keiki TAKADAMA and Mitujiro KATSUHARA : A Development of Transportation Simulator for Relief Supply in Disasters, SICE Journal of Control, Measurement, and System Integration, Vol.6, No.2, pp.131-136, March 2013.