

# 大規模災害時の空港運用方法と 容量に関する基礎的研究

古田土 渉<sup>1</sup>・平田 輝満<sup>2</sup>

<sup>1</sup>学生会員 茨城大学大学院 理工学研究科都市システム工学専攻  
(〒316-0033茨城県日立市中成沢町4-12-1)  
E-mail:15nm811a@vc.ibaraki.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 茨城大学 工学部都市システム工学科 (〒316-0033茨城県日立市中成沢町4-12-1)  
E-mail: hirata-t@mx.ibaraki.ac.jp

東日本大震災の際にはヘリコプターをはじめとする航空機が被災者の救援に貢献した。しかし、航空機の災害対応活動の拠点となった各地方空港では航空機の集中により駐機場や滑走路、周辺空域が混雑し、災害対応機の運航に支障が生じた。そこで本研究では、災害時の空港運用の特殊性について明らかにするため空港に対するヒアリングや、各自治体が定める防災計画等の調査を実施した。また、災害時の航空機運用の特徴である「ヘリコプターの運航」や「レディオ空港での運航」に関してもその方法をヒアリング等を通して明らかにした。調査結果を基に、災害時の空港施設や周辺空域の運用について、その実績や計画、制約条件等について体系的な整理を行った。更に、空港施設の運用手法が災害時の空港容量に与える影響を定量的に評価する方法の検討を行った。

**Key Words :** *the Great East Japan Earthquake, airport, helicopter, airport capacity*

## 1. はじめに

東日本大震災の際には災害直後からヘリコプターをはじめとする多様な航空機が孤立者の救助や支援物資の輸送といった災害対応活動に従事し、被災者の救援に一定の成果を上げた。また、国や地方自治体が定める各種防災計画などにも航空機を用いた救援活動の実施計画が記載されている。南海トラフ地震をはじめ、今後発生が懸念されている大規模災害の際にも航空機による災害対応活動が展開されることは明白である。

航空機による災害対応活動は空港を拠点として活動するものが多くあり、被災地内の各地方空港には全国から航空機が集結することが予想される。しかし、地方空港を発着する航空機の数は平常時では1時間あたり1機か2機程度であり、地方空港にはそれに対応する程度の駐機場や航空管制等の処理能力(空港容量)しか用意されていない。そのような空港に航空機が多数集中すると、滑走路や駐機場といった地上施設や空港周辺空域の混雑・混雑が生じることが想定され、災害対応の特殊な運用も要求される。実際に東日本大震災の際には東北の各地方空港で通常時の6~10倍もの航空機を受け入れたが、駐

機スポットの不足や給油待ち等が発生し、航空機活動に支障が生じた<sup>1)</sup>。南海トラフ地震の被災地内にある各地方空港も災害発生時には運用上の混乱が生じるものと想定され、ひいては空港容量が航空機活動に制約を与えることも考えられる。よって、大規模災害時に空港を滞り無く利用できる状態にすることが航空機による災害対応活動の効果を最大限に発揮するためのひとつの条件であると言える。

しかしながら、災害時や低需要の地方空港に着目した空港容量の推定手法についての研究はなされておらず、航空管制や滑走路、誘導路、駐機場といった空港施設のどれが空港容量に影響を与えるボトルネックになっているのかは明らかにされていない。以上を踏まえ、本研究は大規模災害時における地方空港における空港容量の推定手法を提案することを目的とする。また、そのために地方空港における災害時の空港運用について、文献調査や空港当事者に対するヒアリング調査を通してその実績や計画・制約条件等を明らかにした。更に、開発した空港容量の推定手法を用いて、空港施設の配置・規模・運用等が災害時の空港容量に与える影響について、定量的に評価する方法の検討を行った。

## 2. 既存研究の調査と本研究の位置づけ

小林ら<sup>2)</sup>は新潟県中越地震における航空機活動について実態を調査し、空港や場外離着陸場などの運航拠点の運営上の課題の他、航空機自体の能力等にも言及して、災害時のオペレーションの課題を挙げている。また、東日本大震災における航空機活動について Hanaoka ら<sup>3)</sup>は東北地方の空港当事者に対しヒアリングを実施することで災害時の空港運用実績と課題を明らかにした。また、荒谷ら<sup>4)</sup>は航空機の離着陸実績データより東日本大震災の際の地方空港の運用実態を分析しており、運航者別に見た離着陸数や駐機時間等の傾向を定量的に示した。これらの論文を含め、災害時の航空機運用に関する研究では空港施設の特殊運用の手法や、その課題について考察を行っているものが多く見られる。一方で、それらの特殊な運用手法が空港の処理能力に与える影響について定量的に評価したものは見られなかった。

また、Barbarosoglu ら<sup>4)</sup>の研究では災害時の活動拠点と被災地との間のヘリ配置最適化問題を定式化しているが空港容量制約そのものについては触れていない。また、空港容量に関する既存研究としては平田ら<sup>5)</sup>によるものなどがあるが、これらは羽田空港を始めとする大規模な混雑空港が対象で、さらに IFR 飛行を行う固定翼機を念頭にしたものであり、地方空港や災害時といった条件下での空港容量の推定手法としては適さない。

本研究では災害時における地方空港での航空機運航について、ヒアリング調査を踏まえて実績や計画、制約条件等について明らかにした。その上で、災害という特殊な条件を考慮した空港容量の推定手法を明らかにしたことに新規性がある。また、本研究で得られた知見は災害発生時における地方空港の運用計画や施設計画を検討・提案する上で有益なものになると考えられる。

## 3. 大規模災害時の地方空港における航空機運用手法の特徴と調査

### (1) 大規模災害時の地方空港における航空機運用の特徴

表-1 は災害時における空港運用上の特徴について、既存研究等を基にまとめたものである。このうち、本研究では空港における航空機の離着陸数に影響を与える要因として、滑走路・誘導路・駐機場といったエアサイド施設の使用手法と、航空管制の手法に着目した。特に航空管制に関しては災害時にヘリコプター(以下ヘリ)の離着陸が著しく増加することに着目し、ヘリの運航手法について明らかにした。具体的にはヘリ同士の飛行間隔や、ヘリと固定翼機間での間隔確保方法、あるいはヘリの空港周辺での飛行速度や飛行経路について調査を行った。

表-1 大規模災害時における空港運用の特殊性

空港施設 (全般)	損傷・水没・漂着物・火災・火山灰などの飛来 ライフライン断絶 職員のアクセス困難・不慣れた業務内容 運用時間の延長・24時間運用化 職員の不足・応援職員の派遣
滑走路 誘導路 駐機場	地震等による使用不能(一部もしくは全て) 使用可能であれば断続的な飽和状態 誘導路や着陸帯における臨時駐機場の設置 通常時の1スポットを複数機で運用
給油	タンク・パイプ・ローリー車等の喪失・不足 燃料自体の不足・ドラム缶での給油 臨時スポットでの給油
周辺空域 ・ 航空管制	航空機の異常な集中・管制官の負荷増加 通常とは異なる機材構成(ヘリコプターの増加) 空域制限(救助活動・原発災害による) ダイバート(目的地変更機の飛来 空域に不慣れたパイロットの増加
旅客・貨物 取扱い 施設	避難旅客・救援物資の殺到 アクセス道路・鉄道の封鎖

また、地方空港での運航上の特徴として、ラジオ空港での運航に着目した。ラジオ空港とは空港にレーダー施設が無く、さらに航空機に対する指示権限のない「航空運航情報官」と呼ばれる職員が飛行場周辺の航空機に対して情報提供のみを行う管制形態をとっている空港である。2014年現在、我が国においては東北地方や山陰地方、離島などを中心に合計18の空港がラジオ空港として運用されている。

一般に、指示権限を有する「航空管制官」が勤務する空港と比べ、ラジオ空港における管制能力は低いとされている。東日本大震災の際にはラジオの処理能力の低さに起因する航空機の遅延が生じた可能性があることが既存研究で実施されたヒアリング調査により明らかにされている<sup>1)</sup>。

### (2) 大規模災害時の航空機運用手法の調査

調査にあたって、はじめに航空機の運航に関する文献を通して運航上の規則を明らかにした。しかし、航空機の運航は管制官やパイロットの感覚により成り立っている部分も多く、文献調査によるルールベースでの調査では実態を把握できない点も見られた。例えば空港周辺における航空機同士の間隔は通常「目視間隔」と呼ばれる間隔をとる。これは管制官やパイロットが関連する航空機を視認することにより安全を確保する飛行間隔であり、具体的な数値による間隔は定められていない。本研究では管制方式基準や運航ルール等を記した文献調査に加え、航空交通管制機関に対するヒアリング調査も実施し、航空機の運航方法に関する実態や考え方を把握した。なお、ヒアリング調査にあたっては(1)に挙げた災害時における航空機運用の特徴に考慮し、ヘリの取り扱いの多い空港やラジオ空港を対象に協力を依頼した。

#### 4. 災害時の空港容量推定に係る運航方法と実態のまとめ

文献調査およびヒアリング調査で明らかにした航空機の運航手法のうち、空港容量の推定に関わる飛行間隔や飛行経路、地上施設の運用手法について以下に整理する。

##### (1) ヘリコプターの運航

空港における運航においては「同一滑走路を2機以上の航空機が同時に使用しない」という原則がある。例えば固定翼機が連続して滑走路に着陸進入する場合、先行機が滑走路を離脱した後でなければ後続機は滑走路に進入することができない。滑走路容量の計算上は、後続機が着陸をやり直すための余裕をもって、後続機が滑走路案から1NMの地点先行機が滑走路を離脱するとき、後続機が滑走路端1NMを通過する前提で計算されている。また、航空機ごとの速度のバラつきを考慮して、平均の所要時間にバッファ（分散）を加える事で1機あたりの処理時間としている<sup>9)</sup>。

一方、ヘリの場合は空中で静止(ホバリング)可能である点が最大の特徴である。ヘリも複数機による滑走路の同時使用が原則禁止されている点では固定翼機と同様であるが、先行機が滑走路使用中に後続機は滑走路進入端で待機することが可能である。先行機が離脱後速やかに後続機が進入することが可能であるため、高頻度での離着陸が可能となっている。通常の運航においては飛行の安定性を考えヘリも飛行しながらの旋回待機を行うことが多いが、災害時などにおいては最終進入コースに複数機を待機（低速で密に整列飛行させるなど）させておき、先行機が滑走路を離脱する、あるいはスポットが空き次第後続機を進入させる方式も技術的に可能であると考えられる。

また、ヘリの飛行経路については、特別な飛行経路を設けることで運行頻度を上げることが可能となる場合がある。通常、空港に近づいたヘリの離着陸は場周経路(Traffic Pattern)と呼ばれる経路を経由して行われる。場周経路とは、離着陸する航空機の流れを整えるために飛行場周辺に設けられる飛行経路のことである。一般的な場周経路は滑走路を1辺とする四角形の飛行経路により構成されるが、羽田空港のようにヘリコプター独自の進入経路や進入要領が定められている場合がある。

##### (2) レディオ空港

レディオ空港を離着陸する航空機に対する進入管制業務は管制区管制所(ACC)が担当する。しかしレディオ空港にレーダー施設は設置されておらず、ACCはレディオ空港周辺の低高度域でレーダー誘導を行うことはできな

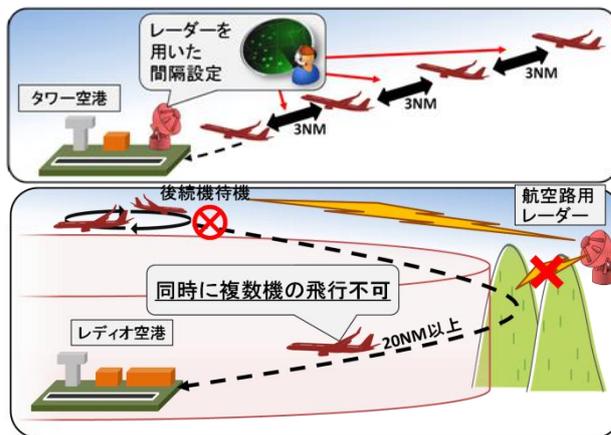


図-1 レーダーを用いた間隔設定(上)とレディオ空港における飛行間隔(下)



図-2 福島空港における駐機スペース運用および誘導路運用(参考文献<sup>9)</sup>内の資料に著者加筆)

い。よって、レディオ空港においては ACC 圏外を飛行する IFR 機を最大 1 機のみとすることで IFR 航空機間の間隔を担保している。

着陸進入に関するクリアランスはハイステーション(初期進入 FIX)で発出される。レディオ空港における発出の条件は①先行到着機が既に到着している場合②先行到着機が IFR をキャンセルした場合のいずれかであり、上記条件を満たさない場合、後続到着機はハイステーションにて旋回待機となり、後続出発機は地上で待機となる。離陸機については離陸後、ACC がレーダーで先行機を確認した後に後続機に対し出発承認が発出される。なお、IFR 機が途中で IFR をキャンセルした場合はその航空機は VFR 機と同等の扱いを受ける。

ヘリ(VFR機)に関してはレディオとコンタクトを取った上でレディオより経路選択の情報を受け取る。

##### (3) 誘導路の特殊な運用

地方空港の中には誘導路が無い空港や、災害時に誘導路を閉鎖して駐機場として運用する場合がある。誘導路が使用できない場合、航空機の離着陸のための地上走行は滑走路を経由して行われるが、その間は他の航空機は離着陸を行うことはできず、空港の処理容量が低下する。一方、福島空港(図-2)では誘導路のうち駐機場に近い部分を臨時的駐機場として運用したが、滑走路端付近は誘導路機能を残していた(誘導路のメガネ型運用)。この場

合、着陸した航空機はすみやかに滑走路を離脱可能であり、臨時的駐機場運用を行いつつも、空港容量の減少幅は少なかったものと想定される。

#### (4) 駐機場の運用

空域や滑走路の処理容量が十分に確保されていたとしても、地上に航空機を駐機するスペースが確保できなければ航空機は着陸することができず、空港上空で着陸待ちを行うことになる。よって、駐機場の処理能力も空港の処理能力に影響を与える一要因になると考えられる。

駐機場の単位時間あたりの処理容量は駐機場のスポット数および航空機1機あたりの駐機時間の影響を受けて導かれる値である。このうちスポット数に関しては、災害時には各空港で限りあるスペースを有効に活用することで駐機スペースを捻出している。例えば福島空港では前述のとおり誘導路を臨時駐機場として運用した他、誘導路周辺の緑地帯(グラスエリア)も誘導路として運用した。また、山形空港では旅客機用のスポットを分割して利用することで、小型のヘリを多数駐機可能なように配慮した。一方、災害時における駐機時間については、給油施設の破損・不足等による給油待ちやミッション付との遅れなどの影響により長時間化する可能性があることを検討しなければならない。

### 5. 災害時の空港容量の推定手法の検討

空港容量は単位時間あたりに空港が処理可能な航空機の数であり、本研究では既存研究で用いられる空港容量の推定手法を基に、前章までに明らかにした災害時や地方空港における航空機の運用手法の特徴を考慮した空港容量の推定手法の提案を行う。なお、本研究において空港容量に影響を与える代表的な指標である滑走路容量CAP(回/30分)は式(1)を用いることで計算する。

$$CAP = \frac{1800}{\sum_{i,j=Fa1,Fd1,Ha1,Ha2,Hd1,Hd2} P_i P_j T_{i,j}} \quad (1)$$

ただし  $\left\{ \begin{array}{l} P = \text{発生確率}, T = \text{所要時間(s)} \\ F = \text{固定翼}, H = \text{ヘリコプター} \\ a = \text{到着}, d = \text{出発} \\ 1 = \text{駐機場1}, 2 = \text{駐機場2} \end{array} \right.$

また、式(1)中の  $T_{ij}$  に関して、花巻空港を例に試算したものを表-2に示す。

式(1)より、滑走路容量CAPは単位時間(30分=1800秒)を1機あたりの滑走路占有時間(Runway Occupancy Time; ROT)で除すことで得ている。例えば、レディオ空港である花巻空港に固定翼機(IFR)のみが30分間連続して着陸すると仮定すると、1機あたりの処理時間  $T_{ij}$  は表-2

表-2  $T_{ij}$ の一覧(花巻空港の例)

$T_{ij}$ (sec)		後続機 $j$						
		着陸			離陸			
		固定翼 (Fa1)	ヘリ (Ha1)	ヘリ (Ha2)	固定翼 (Fd1)	ヘリ (Hd1)	ヘリ (Hd2)	
先行機 $i$	着陸	固定翼 (Fa1)	609	518	518	946	518	518
		ヘリ(Ha1)	81/74	81/74	81/74	81/74	81/74	81/74
		ヘリ(Ha2)	108/62	108/30	108/30	108/62	108/62	108/62
	離陸	固定翼 (Fd1)	290	178	178	290	178	178
		ヘリ(Hd1)	141	141/30	141/30	141	141/80	141/80
		ヘリ(Hd2)	113	113/30	113/30	113	113/80	113/80

※\*がある欄については安全容量/最大容量の順で記載

より609秒である。先行機  $i$  と後続機  $j$  は全て Fa1 となるため、その発生確率は  $P_{Fa1} \times P_{Fa1} = 1 \times 1$ 、その他の組み合わせの確率はゼロとなり、30分あたりの着陸容量は「1800秒/609秒 $\approx$ 3.0(機/30分)」となる。また、式(1)中の添字1,2は当該航空機が利用する駐機場を表す。ヘリに関してはROTのうち滑走路上で走行・飛行にかかる所要時間が占める割合が多いことから、滑走路への出入口となる「取付誘導路」の位置を考慮し、使用駐機場に応じて精度よくROTの算出が可能なように考慮してある。この他、詳細な  $T_{ij}$  の構成の説明は紙面の都合上割愛するが、ヘリ同士のROTは数十秒程度であるのに対し、IFR機が連続して離着陸する場合のROTは10分近くになる傾向があり、離着陸時の空域の占有時間が長時間に及ぶことが特徴である。なお、ROTには周辺空域の飛行から滑走路離脱までの所要時間が含まれており、滑走路容量のみならず空域容量、誘導路容量としての意味合いを含んでいる。

また、滑走路容量に関する一般的な研究では、航空機を常に待たせておき、滑走路が空き次第、直ちに次の使用が始まることを前提に計算されている。しかし、災害時のような特殊な状況下ではパイロットや管制官に対して常に大きなワークロードが課されており、そのような状況下で航空機を最短間隔で飛行させることは安全上望ましくないと考えられる。そこで本研究では、航空機を最短間隔で飛行させた場合の「最大容量」の他に、間隔にある程度の余裕を持たせた上での容量である「安全容量」も同時に求めることとする。

### 6. 空港容量推定の結果と考察

本章では本研究で提案した滑走路容量推定方法を東北地方の各地方空港に適用して得た滑走路容量の推定値と、東日本大震災の際の各空港における「実測最大値(機/30分)」を比較する。実測値は荒谷ら<sup>1)</sup>で使用した離着陸データから集計した。なお、固定翼機の離着陸が滑走路容量に制約を与えると考え、固定翼機の割合を横軸に取っ

たグラフで空港容量を表現する。また、比較対象の「実測最大値」は東日本大震災の際に東北地方の空港を離着陸した航空機のデータを使用して算出したものであり、各「固定翼機割合」の場合での最大の離着陸数を示している(分析対象は 2011/3/11~31 のデータ)。なお、実測最大値は災害時に離着陸が多くなる晴天時の午前中に観測される傾向があり、当該時間帯の前後も離着陸が非常に多かったことから、実測最大値は空港容量に準ずる値であったと考えられる。

### (1) 花巻空港

図-3 は花巻空港に関する実測値と最大容量の推定値を表したものである。また図-4 は同様に安全容量と実測値を比較したものである。最大容量は固定翼機割合=0%のとき(全てヘリのとき)に最大の処理機数を得ており、その値は 31.3 機/30 分となっている。安全容量についても全てヘリの際に最大の処理機数を得ているが、その処理機数は最大容量の際の約半分にあたる 16.2 機/30 分と想定されている。固定翼割合が大きくなるに連れて処理容量は減少傾向にあり、固定翼機の離着陸が回転翼機や他の固定翼機の離着陸に大きな影響を与えていたと考えられる。また、実測最大値は固定翼割合 20%以上で概ね推定容量と合致し、その範囲では滑走路容量が空港容量に影響を与えていたと考えられる。一方、固定翼機割合=0%または 10%の際の最大容量における実測最大値は最大容量よりも少なく、安全容量程度にとどまっている。このことから、花巻空港においては終始安全容量と同等の飛行間隔で管制を行っていたか、飛行要求に対し空港容量(最大容量)が十分大きかったものと推定される。

なお、花巻空港は震災後から平行誘導路の供用を開始している。平行誘導路を使用した場合の滑走路容量の増加分を図-5 の濃色部分に示す。平行誘導路の供用開始により固定翼機では最大 1.4 機/30 分、回転翼機では最大 2.3 機/30 分の容量増加が見込まれる。災害発生時には平行誘導路が閉鎖され駐機場として運用されることも想定されるが、そのような方策をとる際には図に示したような容量の減少について考慮すべきであると考える。

### (2) 山形空港

図-6 と図-7 は山形空港の空港容量と実績値を比較したものである。両グラフとも固定翼機割合が小さい範囲で実績値と推定値の乖離が見られたため、滑走路容量に余裕があったと推測した。また、既存研究<sup>1)</sup>での分析データを基に実測最大値を得た当該 30 分間の駐機数を確認したが駐機場容量が切迫している様子ではなかった。このような結果を得た原因として、山形空港を利用するヘリは夜間の駐機のみを空港で行い、日中の活動拠点は被災地近傍の拠点(フォワードベース)においていた点が

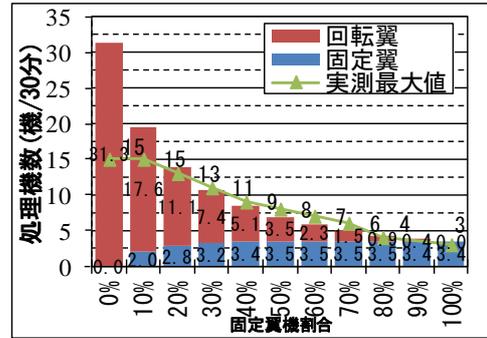


図-3 花巻空港の滑走路容量と実測値(最大容量)

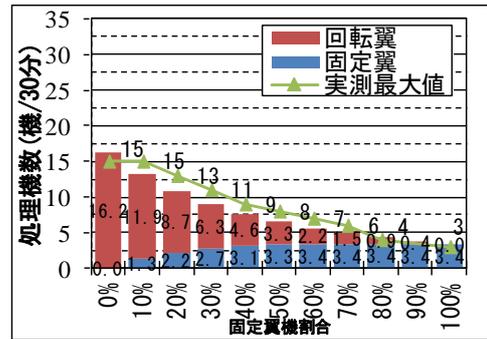


図-4 花巻空港の滑走路容量と実測値(安全容量)

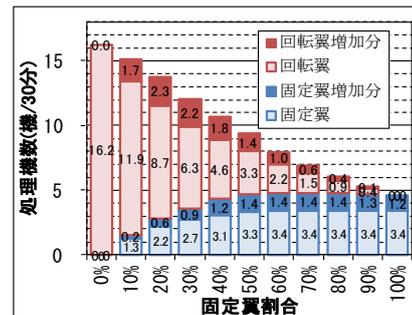


図-5 平行誘導路の有無が空港容量に与える影響

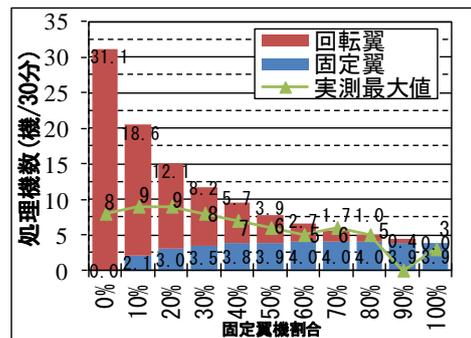


図-6 山形空港の滑走路容量と実測値(最大容量)

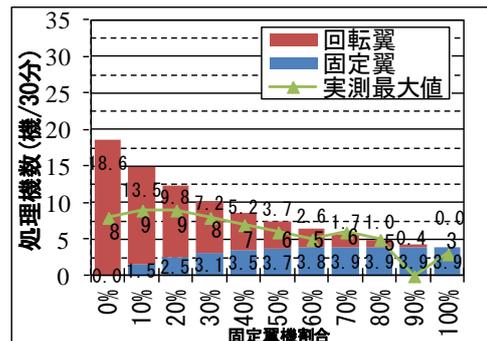


図-7 山形空港の滑走路容量と実測値(安全容量)

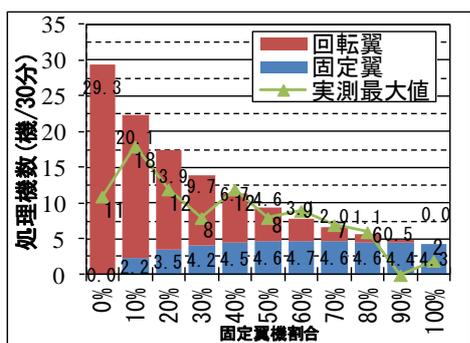


図-8 福島空港の滑走路容量と実測値(最大容量)

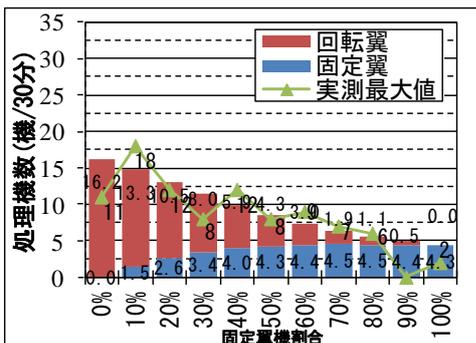


図-9 福島空港の滑走路容量と実測値(安全容量)

挙げられると考えられる。ヘリの救援活動と給油に伴う頻繁な離着陸をフォワードベースで行っていたため、山形空港は単に離着陸容量に余裕があったと想定される。また、固定翼割合が大きくなるに連れて推定値と実測値が一致する特徴は花巻空港と同様であり、固定翼機の離着陸が回転翼機や他の固定翼機の離着陸に大きな影響を与えていることが分かる。

### (3) 福島空港

図-8 と図-9 は福島空港の空港容量と実績値を比較したものである。実績最大値にはバラつきが見られるものの、固定翼割合が大きくなるに連れて推定値と実測値が一致するようになる傾向は他の空港と同様に見られ、固定翼機の離着陸が回転翼機や他の固定翼機の離着陸に大きな影響を与えていることが分かる。また、固定翼機割合が小さい範囲については実績最大値のバラつきが大きいものの、平均すると安全容量に近い値をとっているよ走路容量が空港容量に影響を与えていた可能性がある。

また、福島空港の固定翼機容量は東北地方の3空港の中で最も多い。これは、平行誘導路を滑走路端部の一部のみを使用する「メガネ型誘導路運用」を実施していたため、固定翼機の滑走路占有時間の短縮を図ることができたためであると考えられる。

## 7. 結論と今後の課題

本研究では、ヒアリング調査等を通して大規模災害時における特殊な空港運用の手法を明らかにし、そのような状況下での空港容量の推定手法の提案を行った。また、空港容量の推定値と実測値を比較することで、滑走路の処理容量が空港容量に影響を与えている可能性を示唆した。また、空港施設の運用手法が空港の処理能力に与える影響について考察した。なお、本研究にあたっては駐機場容量の推定が簡易なスループットの計算にとどまっております今後改善の余地がある。また、地方空港の管制方式としてレディオ空港を取り上げたが、より簡易な手法をとっている空港として「リモート空港」が挙げられる。国はリモート空港であれば24時間運用の実施が可能である点、および空港運営の合理化を理由に、航空需要の少ない空港のリモート化を実施している<sup>9)</sup>。しかし、災害時にリモート空港がどれほどの能力を発揮できるのかは未知数であり、今後検証の必要があると考える。

謝辞：本研究は科学研究費補助金 基盤研究 (B) 25282120の支援を受けており、その成果の一部である。

### 参考文献

- 1) 荒谷太郎ら：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), Vol.69, No.5, pp.1-229-1-246, 2013.
- 2) 小林啓二ら：災害時におけるヘリコプターの効率的な活用方法と必要な運航支援体制のあり方, J. JSNDS 24-4 387-407, 2006.
- 3) Shinya HANAOKA, Yuichi INDO, Terumitsu HIRATA, Tomoyuki TODOROKI, Taro RATANI, Tepei OSADA: Lessons and challenges in airport operation during a disaster: Case studies on Iwate Hanamaki Airport, Yamagata Airport, and Fukushima Airport during the Great East Japan Earthquake, Journal of JSCE, Vol.1/No.1, pp.286-297, 2013.
- 4) Gülay Barbarosoğlu et al. (2002), An interactive approach for hierarchical analysis of helicopter logistics in disaster relief operations, Journal of Operational Research 140, pp.118- 133.
- 5) 平田輝満ら：羽田空港再拡張後の新規滑走路整備による容量拡大方策と騒音影響に関する研究, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.67, No.5 (土木計画学研究・論文集第28巻), 1-1011-1-1022, 2011.
- 6) 総務省：20年度減量・効率化の取組内容, [http://www.soumu.go.jp/main\\_sosiki/gyoukan/kanri/pdf/torikumi\\_15.pdf](http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/gyoukan/kanri/pdf/torikumi_15.pdf), 2015/04/22 閲覧.

## Fundamental Analysis of Airport Operation and Capacity in Disaster

Wataru KODATO, Terumitsu HIRATA

Based on the experience of the past disaster, especially the large-scale disasters, it is clear that rescue activities by aircrafts including helicopters is so important because of its high mobility. Such aircraft activities during the disaster are often conducted also in the local airports as a base. However, the airport capacity such as apron and runway of the local airport is usually limited since the facilities and human resources are developed only for responding the usual demand which is relatively lower in the local airports. At the time of the Great East Japan Earthquake in 2011, the restriction and the delay of the aircraft operation has occurred due to the capacity problems in local airports. In this study, we firstly investigate the air traffic control rules and procedures especially in the local airports with limited facilities. Next the evaluation model of airport capacity in local airport during disaster are developed based on the result of the above-mentioned interview survey. Finally, the impact the changes in traffic condition and airport facility usage such as the ratio of the fixed-wing aircraft (IFR) and helicopters (VFR) and special operation of the taxiway on airport capacity are analyzed by using the developed model, and discuss the issues when considering the operation of the airport in future large-scale disasters.