

大規模災害発生時の航空機の運航継続性に関する分析

金沢大学 学生会員 ○藤井 涼

金沢大学大学院 学生会員 森崎 裕磨

金沢大学 正会員 藤生 慎

金沢大学 フェロー 高山 純一

金沢大学 正会員 塩崎 由人

1. 本研究の背景と目的

近年、自然災害の多発化や被害の激甚化・多様化により、空港をはじめとする重要インフラの機能に支障をきたすなど、国民生活や国民経済に多大な影響を与えている。2011 年東北地方太平洋沖地震、平成 30 年台風 21 号、平成 30 年北海道胆振東部地震が要因となった空港被災が挙げられる。高い安全基準が求められる航空分野において空港が被災した場合、空港施設のみならず航空機の運航にも大きな影響が生じる。国土交通省は検討委員会を設置し、空港は早期の機能回復が必要であり、72 時間以内に復旧を各空港が目指すべき目標としている¹⁾。以上より大規模な自然災害が発生し空港が被災した場合、空港の安全な運用・航空機の安全な離発着の継続を実現するためには、ダイバート（代替着陸空港）先の再選定や CIQ（Customs, Immigration, Quarantine）施設の整備など、より効果的な対策の構築が求められる。一方、発災後のダイバート先の選定、CIQ の整備等といった対策を考えるうえでは、発災直後において、飛行中の航空機が直面する危険性を把握し対策を行う必要があると考える。そこで、本研究では、着陸する空港までの距離、位置関係等、大規模災害発生直後に各航空機が置かれている飛行状況の把握を行った。

2. 本研究における分析概要

図-1 に本研究における分析手順を示した。STEP. 1 として対象空港の選定及び分析対象時間の設定に関する分析を行った。STEP. 2 では CARATS Open Data を用いて災害発生想定時間における対象空港ごとの着陸便データの抽出を行った。そして、STEP. 3 では CARATS Open Data を用いて災害発生直後における航空機の位置関係、着陸する空港までの距離を算出した。また、発災時点において、航空機が出発地からどの程度の行程を終えているのか（空港間飛行距離に占める発災時点の飛行距離の割合）を算出した。これは、各航空機の残燃料に着目し、発災時の残燃料によって航続可能距離を算出しダイバート先の選定につなげることが目的である。そのために本来、搭載燃料を正確に算出することが必要である。しかし、航空機は補備燃料（extra fuel）²⁾と呼ばれる天候状況などによって量が左右される燃料を搭載するため、個々の航空機の燃料について把握することは不可能である。そこで、空港間飛行距離に占める発災時点の飛行距離の割合を代理指標として使用し、発災時の各航空機の燃料状況を考察する。なお、分析対象とする空港は新千歳・成田国際・東京国際・関西国際・福岡の 5 空港としたが、本稿では紙面の都合上、東京国際空港の結果のみを示すものとする。

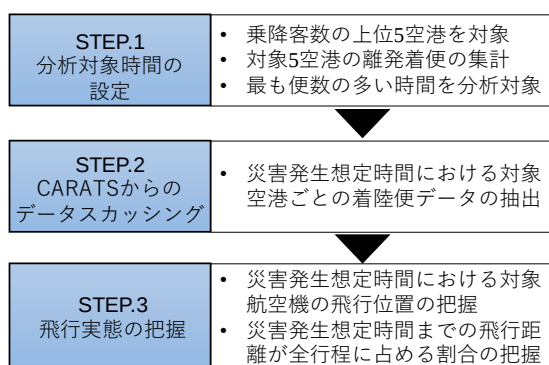


図-1 本研究における分析フロー

3. 災害発生想定時間における各航空機の航程状況

先述したように、残燃料は航空機の安全な着陸を考える上で非常に重要である。そのために本来、搭載燃料を正確に算出することが必要であるが、個々の航空機の燃料については把握することは不可能である。そこで、空港間飛行距離に占める発災時点の飛行距離の割合 d/L （以下、飛行距離の割合）（図-2）を代理指標として使用し、発災時の各航空機の燃料状況を考慮した把握を行う。本分析により得られた

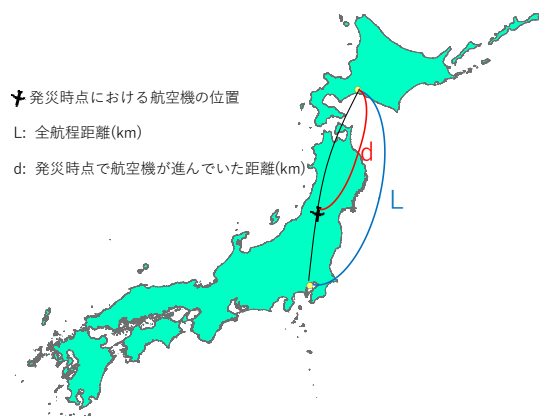


図-2 空港間距離に占める発災時点の飛行距離

航跡データより、各航空機が災害発生想定時間までに飛行した距離と各航空機の出発空港から着陸空港までの距離を算出した。その結果、前述した空港間飛行距離に占める発災時点の飛行距離の割合の算出が可能となった。東京国際空港の対象航空機 33 機の空港間飛行距離に占める発災時点の飛行距離の割合を図-3 に示した。管制塔の担当範囲である半径 9km に 2 機が存在し、半径 100km まで広げると 13 機が飛行中である。これらは既に東京国際空港の管制官の管制下、もしくは災害発生想定時間直後に東京国際空港の管制圏に進入する予定の航空機である。飛行距離の割合は 90% を越えており、残燃料もわずかといえる。したがって、管制機能が一時的に失われた場合、管制システムを失い非常に危険な状態であることに加え、残燃料の観点からも早急な対策が必要であるといえる。

4. まとめと今後の課題

本研究では実際に運航した航空機の航跡データである CARATS Open Data を用いて航空機飛行状況の把握を行った。CARATS Open Data は日本の飛行情報区内を実際に飛行した航空機の航跡データであり、適切なデータ抽出を繰り返すことによって分析対象とする空港の全着陸機、離陸機の抽出、それらの航空機の出発空港、着陸空港の同定、飛行ルート of the 把握が可能である。さらに、災害発生を想定し、発災時点において対象航空機の着陸する空港までの距離、位置関係といった飛行状況の基礎的な把握を行った結果、災害発生想定時間時点で対象航空機が出発空港からどの程度の航程を終了しているか（空港間飛

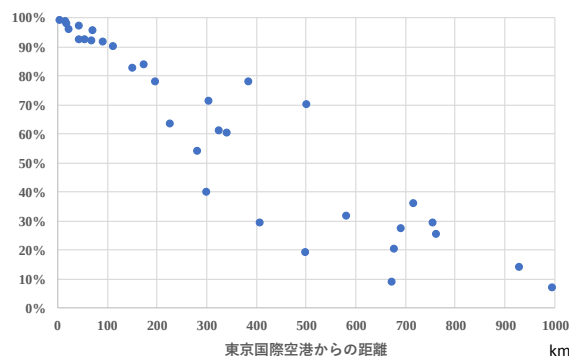


図-3 各対象航空機に対する空港間飛行距離に占める発災時点の飛行距離の割合（東京国際空港のケース）

行距離に占める発災時点の飛行距離の割合）の算出が可能となった。飛行距離の割合を各航空機の残燃料に関する指標として用いることで、発災直後、早急に対応すべきだと考えられる航空機の抽出が可能となった。本研究では各空港の航空機離発着数が最多の時間帯を対象として分析を行った。しかし、一方で、同一時間帯での分析や今回対象とした混雑空港と周辺の小規模空港も含めた包括的なシミュレーションを行い空港間の関係性を考慮した状況把握も求められる。本研究では、ある一時点の時刻における航空機の点のデータを抽出している。空港は時間によって離発着便数は異なるため、離発着便数の時系列的把握を行い、さまざまな時間における航空機の飛行状況の把握を今後行っていく。最後に、本分析はオープンデータからの現状把握に過ぎないため、航空会社へのヒアリングなどを通して対応策の検討が必要である。

参考文献

- 1) 国土交通省 HP, 空港における自然災害対策に関する検討委員会, http://www.mlit.go.jp/koku/koku_tk9_000031.html, 2019 年 11 月 11 日閲覧
- 2) 国土交通省 HP, 将来の航空交通システムに関する推進協議会, http://www.mlit.go.jp/koku/koku_fr13_000006.html, 2019 年 11 月 11 日閲覧
- 3) 航空実用辞典：飛行計画, <http://www.jal.com/ja/jiten/dict/p316.html#03-16>, 2019 年 11 月 12 日閲覧
- 4) 国土交通省 HP, 航空輸送統計年報, <https://www.mlit.go.jp/k-toukei/koukuuyusoutoukei.html>, 2019 年 12 月 1 日閲覧
- 5) 東京国際空港 HP, <https://www.tokyo-airport-bldg.co.jp/>, 2019 年 11 月 11 日閲覧
- 6) 国土交通省 HP, CARATS オープンデータの概要説明, <http://www.mlit.go.jp/common/001231892.pdf>, 2019 年 10 月 4 日閲覧