

Study on Shelter Airport Utilization Models During Large-Scale Volcanic Disasters

その他（別言語等）のタイトル	大規模火山災害時の避難所空港選択モデルに関する研究
著者	ARREERAS Saharat
学位名	博士（工学）
学位の種別	課程博士
報告番号	甲第488号
研究科・専攻	工学専攻
学位授与年月日	2022-03-23
URL	http://doi.org/10.15118/00010857

氏 名 ARREERAS SAHARAT (アレラス サハラット)

学位論文題目 Study on Shelter Airport Utilization Models During
Large-Scale Volcanic Disasters
(大規模火山災害時の避難所空港選択モデルに関する研究)

論文審査委員 主査 教授 有村 幹治
教授 木村 克俊
教授 中津川 誠

論文内容の要旨

航空輸送は乗客と物流を通じて経済成長と繁栄を支えている。航空輸送がより広範かつ複雑に成長するにつれ、予期しない自然災害（台風や火山の噴火等）に対して、航空機の運用はより脆弱となる。日本では多くの活火山が管制領域に影響を及ぼしており、国の航空輸送や航空機等の重要な航空機器の運用に対する脅威と見なされている。この研究は主に火山噴火に対する航空機の避難所となる空港選択の問題の解決を目的とする。避難所空港選択モデルは、エアサイド、航空会社、および運用履歴データを使用して構築された。その後、遺伝的アルゴリズム（GA）を適用し、飛行時間が最小となる避難所の空港選択基準に最も適した航空機の避難方法を探索した。

さらに本研究では、緊急時の避難所空港の航空機駐機位置問題を解決する戦略を提供するようにモデルを拡張した。航空機の割り当てに推奨される航空機駐機位置の使用率の効率化のために、2次元ビンパッキング（2DBP）手法とヒューリスティックなアプローチを組み合わせて、駐機位置の使用量を最小限に抑えながら空港の航空機運用能力を最大化する。提案されたモデルの性能について、国の航空輸送インフラを危険にさらす地震や火山噴火などの様々な自然災害に耐えてきた日本の空域をケーススタディとして、従来の航空機駐機位置の割り当てモデルと比較した。さらに提案された航空機と従来の航空機駐機位置割り当てモデルの両方を使用して、影響を受けた航空機の様々なシナリオを処理する避難所空港の能力と可能性を評価した。

本論文は、航空防災に貢献する3つの関連する研究として、1) CARATS オープンデータセットを用いた大規模火山災害時の避難所選択に関する研究、2) 大規模火山災害時の避難所空港選択モデルの改善：日本の箱根山の事例研究、3) 航空機避難のための二次元ビンパッキングアルゴリズムを使用した航空機駐機位置の活用、以上から構成される。本論文では上記の様々な視点からの研究蓄積と重要な成果を通して包括的なレビューと提案を提供した。本論文の貢献は、航空機避難に関する緊急戦略の策定およびより良い航空防災につながる代替解決策を政策立案者に認識させる点にある。

ABSTRACT

Air transport supports economic growth and prosperity through the movement of passengers and goods. As it grows more extensive and more complex, the more vulnerable its operations to unexpected natural disasters (e.g., typhoons and volcanic eruptions) will become. In Japan, many active volcanos are affecting its airspace and are considered a threat to the national air transportation and critical aviation equipment such as aircraft. The study is primarily concerned with resolving the issue of shelter airport selection during an aircraft evacuation during a volcanic eruption. The shelter airport selection model was constructed using the airside, airline, and historical data. Later, it was applied to a genetic algorithm (GA) to find an approximate solution for aircraft evacuation with the least amount of flight time and the best suitability for shelter airport selection criteria.

Moreover, the study has extended to provide a strategy for resolving the issue of aircraft stand use at shelter airports during emergencies. The suggested aircraft stand utilization for aircraft assignment employs a two-dimensional bin packing (2DBP) technique combined with a heuristic approach to maximize the aircraft handling capability of the airport while minimizing stand usage. The performance of the proposed model was compared to the conventional aircraft assignment in a case study of Japanese airspace, which has endured various natural disasters, including earthquakes and volcanic eruptions, that endanger national air transport infrastructure. In addition, both the proposed aircraft and the conventional aircraft stand assignment models were employed to assess the capabilities and potential of shelter airports to handle various scenarios of affected aircraft.

This dissertation addressed three contribution studies to the acknowledgement of aviation disaster prevention, which consists of: 1) a study on shelter airport selection during large-scale volcanic disasters using carats open dataset, 2) an improvement on shelter airport selection model during large-scale volcanic disasters: a case study of Hakoneyama Japan, and 3) aircraft parking stand utilization for aircraft evacuation using two-dimensional bin packing algorithm. Hence, a stack of varying viewpoints research provided a comprehensive review and suggestion throughout significant results. Therefore, the contribution of this dissertation could be an advantage for emergency strategy and policies planner to recognize alternative solutions leading to better aviation disaster prevention.

論文審査結果の要旨

航空輸送は乗客と物流を通じて経済成長と繁栄を支えている。航空輸送がより広範かつ複雑に成長するにつれ、予期しない自然災害（台風や火山の噴火等）に対して、航空機の運用はより複雑かつ脆弱となる。日本では多くの活火山が管制領域に影響を及ぼしており、国の航空輸送や航空機等の重要な航空機器の運用に対する脅威と見なされている。このような背景の中、本研究は主に火山噴火に対する航空機の避難先空港選択問題の解決を目的とする。避難先空港選択モデルは、エアサイド、航空会社、および運用履歴データを使用して構築された。その後、遺伝的アルゴリズム（GA）を適用し、飛行時間が最小となる避難先の空港選択基準に最も適した航空機の避難方法を探索した。

さらに本研究では、緊急時の避難先空港の航空機駐機位置問題を解決する戦略を提供するようにモデルを拡張した。航空機の割り当てに推奨される航空機駐機位置の使用率の効率化のために、2次元ビンパッキング（2DBP）手法とヒューリスティックなアプローチを組み合わせ、駐機位置の使用量を最小限に抑えながら空港の航空機運用能力を最大化する方法を検討した。提案モデルの性能について、国の航空輸送インフラを危険にさらす地震や火山噴火等の様々な自然災害に耐えてきた日本の空域をケーススタディとして、従来の航空機駐機位置の割り当てモデルと比較した。さらに提案された航空機と従来の航空機駐機位置割り当てモデルの両方を使用して、影響を受けた航空機の様々なシナリオを処理する避難先空港の能力と可能性を評価した。

本論文は、航空防災に貢献する3つの関連する研究として、1) CARATS オープンデータセットを用いた大規模火山災害時の避難先選択に関する研究、2) 大規模火山災害時の避難先空港選択モデルの改善：日本の箱根山の事例研究、3) 航空機避難のための二次元ビンパッキングアルゴリズムを使用した航空機駐機位置の活用、以上から構成される。本論文では上記の様々な視点からの研究蓄積と重要な成果を通して包括的なレビューと提案を提供した。本論文の貢献は、航空機避難に関する緊急戦略の策定およびより良い航空防災につながる代替解決策を政策立案者に認識させる点にある。

以上を要するに、本研究は当該分野の研究に新機軸を打ち出した点が新規性と有用性から高く評価され、著者は博士（工学）の学位を授与される資格があるものと認められる。