

監視データを用いた航空交通の分析

小塚, 智之

<https://doi.org/10.15017/1807034>

出版情報：九州大学, 2016, 博士（工学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：全文ファイル公表済

氏 名 : 小塚 智之

論 文 名 : 監視データを用いた航空交通の分析

区 分 : 甲

論 文 内 容 の 要 旨

近年の経済発展によって世界的に航空需要が高まり、航空交通量が増加している。一方、航空機の運航においてその安全性を確保している航空管制官の定員数は微減傾向であり、航空管制官一人あたりの負荷の増加が今後も予測される。また、特定の空域および飛行経路に航空交通流が集中し、経済性および安全性の低下を招く恐れもある。これらの課題を解決するために、航空管制に自動システムを導入することが検討され、到着機管理、間隔制御および交通流管理等の先行研究が行われている。これらは、現状の機材を前提として実現することを目指す研究から、将来を見据えて理想的な航空交通管理の姿を追求した研究まで幅広く行われている。しかし、従来研究においては、航空交通システムのセンサの役割を果たしている監視データを解析して運用の現状を明らかにし、それから知見を得る研究は十分には行われていない。

本論文は 2014 年から国土交通省航空局によって順次公開されている、CARATS Open Data と呼ばれる監視データを主として分析することで、現在の航空交通における課題を明らかにし、実際のデータから得られる知見を用いて先行研究を実用化させるための資とすることを目的とする。本目的のため、特に航空交通に関する次の三つの問題に注目して研究を行った。

一つは、航空機間の干渉問題である。航空機の飛行軌道を最適化したり航空交通流を管理したりする際には、航空機同士の干渉を考慮する必要がある。実際に日々干渉を防いでいる航空管制官のノウハウを監視データから推定することは干渉解消制御の研究の参考となる。もう一つは、セクタ問題である。日本を覆う大きな空域はセクタと呼ばれる小さな空域に分割され、それぞれ担当の航空管制官によって航空機の監視および制御が行われている。航空管制官のワークロードを構成する要素を定量的に示し、監視データを用いてセクタ毎の航空管制官のワークロードの定量化を行う必要がある。最後は、上空通過機問題である。日本の空域を通過する上空通過機と国際線出発機の高度干渉が実際の運用現場で指摘されているが、カテゴリの異なる航空交通流が調和した流れを生成するために現状の飛行経路について監視データを用いて明らかにする必要がある。

以上の問題を踏まえ本論文は以下の 6 章から成る。

第 1 章では、本研究の背景である航空交通量の増大や世界と日本の研究の状況について述べるとともに、前述の研究の目的および位置付けを明確に示した。第 2 章では、研究に用いた監視データである二次監視レーダデータおよび CARATS Open data について、パラメータ等のデータの概要を説明した。また、論文における解析に用いるために施したデータ処理についても記した。第 3 章から第 5 章は、前述の三つの問題に対する具体的な提案と解析結果である。すなわち、第 3 章では、間隔指標という新しい指標を提案し、監視データを用いて現状の空域での干渉を評価した。評価の結果、我が国の対象空域では干渉が発生していなかった。その主な理由は航空管制の制御によるものと考えられるため、回避指示推定方法を提案し、航空管制官が実際に航空管制指示を行ったと考

えられる干渉の回避指示方策を推定した。その結果、航空管制官は実際の運用において、高度差を確保する方法を中心に用いていることが明らかになった。高度差を優先する分析結果は、航空管制官およびパイロットにとっても安全な間隔を確保する上で実現しやすいことから、妥当な結果といえる。第4章では、セクタの現状を明らかにするために、航空機の飛行セクタ判別法を用いて、セクタごとの在空機数を求めた。また、セクタの在空航空機に対し、航空管制官のワークロードを構成すると考えられる5つの要素について定量化を行った。ワークロードを構成する要素によってセクタの現状を比較すると、航空交通流が集中しているセクタとそうでないセクタが存在することが明らかになった。第5章では、上空通過機および国際線出発機について、それぞれの飛行経路を分析した。また、飛行経路を最短コースにして、基準となる地点の通過時刻を速度によって制御した場合の燃料消費量に与える影響についても解析を行った。分析結果より、上空通過機の燃料消費量を改善できる可能性があることを示した。第6章では、これらの結果を受けて、全体の結論と今後の課題について述べた。

以上、本研究では、監視データの新しい分析手法を提案し、先行研究を実用化させるために有用な分析結果が得られることを明らかにし、監視データの定量的な分析が重要であることを示した。これらの分析結果は、今後、他のさまざまな問題に対して監視データを用いて分析する際や、他の先行研究を実際の航空交通管理システムに適用する際に有用である。