航空管制分野におけるレジリエンス指向型ヒューマンファクター研究(2)

—管制処理パフォーマンスの変動可視化の可能性—

○青山 久枝 ((独) 電子航法研究所)

狩川 大輔 ((独) 電子航法研究所)

飯田 裕康 ((財) 労働科学研究所)

Resilience-oriented Human Factors Research in Air Traffic Control (2)

- Attempt on Visualization of Performance Variability in Air Traffic Control Tasks-

Hisae AOYAMA (Electronic Navigation Research Institute),

Daisuke KARIKAWA (Electronic Navigation Research Institute),

Hiroyasu IIDA (The Institute for Science of Labour)

1. はじめに

航空交通量のさらなる増大に対応するため、安全性、効率性の向上を目指した航空交通管理が行われている。航空交通管理においては、各担当空域の管制業務を担う航空管制官（以下、管制官）も主要な役割を果たしており、管制官のパフォーマンス変動を可視化し、マネジメントすることは航空交通システムの安全性を維持する上で重要なポイントである。

本稿では、管制業務の一つである航空路管制業務における管制官のタスクについて、タスクレベル (Task Demand Level: TDL) を用いて可視化することにより、同じ交通状況において異なる管制処理戦術をとった場合に生じる管制処理のパフォーマンスの差異を比較した。また、この結果をもとに、管制官の訓練等への適用可能性について検討した結果を報告する。

2. 管制官の思考・判断について

航空路管制業務のほとんどはレーダ管制によって行われている。管制官は個々の担当する空域（セクター）において、常にすべての航空機相互間に規程で定められた管制間隔を保てるように、航空機に対して音声通信を用いて指示や許可等を出す。管制官は、担当空域内の航空機の位置関係、規程、管制処理内容を考慮し、各航空機について飛行経路や高度を予測し、管制間隔欠如の可能性があると判断した場合にはその回避戦術を複数プランニングする。この中から近い将来の交通状況の変化を考慮した上で、一つを選択する。選択された戦術は、変化する交通状況を把握しながらタイミングを計ってレーダ誘導や高度変更の指示を

出すことによって実行される。戦術については、空域構造や処理内容などによりいくつか絞られるが、気象など不確実性を含む要素も考慮した適切な処理を選択するには管制官の十分な経験が重要となる。また、適切な処理は管制官にとって業務の効率化を図ることに繋がる。

3. 手法

本稿では、先行研究¹⁾で開発した管制処理プロセス可視化ツール (COMPASi: COgnitive system Model for simulationg Projection-based behavior of Air traffic controller in dynamic Situations) を用いて、同じ交通状況において不確定要素の一つである気象条件の違いによる管制処理のパフォーマンスの差異について分析した。

東京航空交通管制部関東北セクター (図1) を例にとり行った業務シミュレーション実験の結果を基に、羽田空港到着機3機に対する処理について検討した。このセクターでは、羽田空港到着機をTLEポイント (図1参照) までに水平間隔10NM (Nautical Mile) にすることが規定により定められている。また、その処理を行う過程においても他機とは最低管制間隔 (5NMあるは1,000feet) を保持しなければならない。COMPASiにより2種類の戦術について風向きを変えた2パターンのシナリオでシミュレーションを行い、TDL (表1) を用いて管制処理のパフォーマンスの違いを比較、分析した。

図1 シミュレーション・シナリオ
※各機の対地速度（Ground Speed: GS）は風向①の場合

表1 タスクレベルの定義

タスクレベル (Lv.)	タスクバーの色	必要な処理
1	グレー	パイロットからの要求への対応以外に必要な指示なし
2	薄いグレー	定型的な処理
3	濃いグレー	定型的な処理 + 干渉する航空機1機に対する処理
3*	黒	定型的な処理 + 干渉する航空機複数機に対する処理
4	黒	タスクレベル3および3*の中で、時間的な制約を多く受ける

4. 結果

図1で示す風向が①（南西の風）の時における戦術Aと戦術BのTDLを図2に示す。また、風向が②（南東の風）の時における戦術Aと戦術BのTDLを図3に示す。両戦術の違いは、戦術Aでは、該当する3機の到着順を、ANA882、ANA50、JAL1002としているのに対して、戦術BではANA50、JAL1002、ANA882としている点である。

図2および図3より、風向による大きなTDLの違いが見られる。戦術Aでは、①の場合においてTDLがより低くなっている。①の時、シナリオ開始時において西から飛行してくるANA882には追い風となったため対地速度は500ノット以上を示し、3機の合流地点からもっとも遠い位置であったが、レーダ誘導により飛行計画経路より飛行距離を短縮することで1番機に選んだ効果があったと言える。これに対し、②の場合は高いTDLが継続しており、ANA882にとって向かい風となったため対地速度は400ノット程度で、他の2機より先行することが非常に困難だったことがわかる。

一方、戦術Bでは、②の場合においてANA882がセクター入域時から低いTDLを示し、その後も規程の降下指示のみで処理が可能であった。また、①、②いずれの場合も11分後あたりで管制処理はほぼ終了していることがわかる。これらの結果から、戦術Bのほうが風向という条件の違いによる

パフォーマンスの差異がより小さい可能性が示された。

図2 戦術A（上：風向①、下：風向②）

図3 戦術B（上：風向①、下：風向②）

5. まとめ

同一の航空交通状況に対する異なる戦術について、風向を変えた場合におけるTDLを比較した。それぞれの結果から、シミュレーション・シナリオに対して、風という変動要因の影響を低減し、一定時間内に処理完了可能な戦術の存在が示唆された。従来の技能体得型の養成訓練に加えて、このような分析的・客観的知識を併用した訓練プログラムの導入や、管制現場への情報提供は、組織的な安全マネジメント向上に寄与できる可能性があるものと考えられる。今後も、様々な空域において想定される交通状況を分析し、効果的な戦術の検討と、その結果を訓練等に利用する方策を検討していく予定である。

謝辞

本研究は、独立行政法人 鉄道建設・運輸施設整備支援機構「運輸分野における基礎的研究推進制度」、および科学研究費補助金（課題番号：21310103）の支援により実施された。

参考文献

- 1) 狩川他：“予防安全のためのレジリエンス工強化方策(3)–航空管制業務におけるタスク処理プロセスの可視化–”，人間工学，Vol. 48，pp. 228–229，2012。