

管制指示に関連するヒューマンエラーの低減：ワーキングメモリの特性に基づいたアプローチ

航空事故の重大要因である「管制指示エラー」を防ぐ鍵は、パイロットの「記憶容量」と「保持能力」を最適化する情報提示と運用ルール of 徹底にある。

課題の発見



ハードウェアが進化する一方、人間の認知限界（ワーキングメモリのボトルネック）が最大の安全リスクとして残存している。

ワーキングメモリ特性の実験的インサイト

情報提示モード	<p>「音声（聴覚）」 → 「視覚（表示）」</p>	視覚情報の方がワーキングメモリ容量が増加し、記憶保持スコアも高い。	中程度の効果量 ($\Delta=0.58$)
情報量の予測性	<p>「事前告知なし」 → 「情報量を事前告知」</p>	記憶すべきデータ量（個数）を事前に告知することで記憶容量が有意に増加 ($p < .05$)。	小さな効果量 ($\Delta=0.29$)
記憶の補強行動	<p>「復唱なし」 → 「復唱（リードバック）あり」</p>	ワークロード下における記憶の保持において、復唱が極めて強力な効果を発揮。	非常に大きい効果量 ($\Delta=6.70$)

安全性向上に向けた3つの提言



提言A: 視覚的指示デバイスの導入

聴覚依存からの脱却。管制指示を音声だけでなく、コックピット内で視覚的に表示・確認できる専用装置（データリンク送信等）の開発と実装。



提言B: 復唱（リードバック）の完全義務化

記憶保持能力を飛躍的に高める ($\Delta=6.70$) ため、あらゆる指示に対する口頭での復唱を運用ルールとして例外なく徹底する。



提言C: 一度の指示数の上限設定

ワーキングメモリの「容量溢れ」を防止するため、事前告知のない過剰な情報入力を防ぎ、1回の通信で伝達する指示数に明確な上限を設ける。