

論文の内容の要旨

論文題目 パイロットと自動操縦システムの協調制御に関する研究

氏 名 伊藤 恵理

高度な自動制御技術が導入された航空機の操縦において、パイロットと自動操縦装置間で操縦の権限が適切に移譲されず、航空機事故を引き起こす原因となることが示唆されている。自動操縦装置が正常に作動しない異常事態においては、パイロットは直ちにオートパイロットをディスコネクトして手動操縦に切り替えるように訓練されているが、自動化システムがどのように作動するか予測が困難であるため、異常事態を判断することも難しい。また、Fly-by-Wireシステムにより舵面を動かす高度な自動制御系を搭載した航空機について、パイロットの操縦に関連して発生する不安定振動（Pilot-Induced Oscillation: PIO）も問題視されている。このような問題点に鑑み、パイロットと自動化システムの協調関係を議論する必要がある。

そこで本研究は、人間と自動化システムが同時に制御入力を与える状況（人間と自動化システムが制御の権限を同時に有する状況）を許容し両者の与える制御入力の干渉を防ぐ設計思想を持つシステムを新たな協調制御システムとして定義し、既存のマン・マシンシステムの設計思想にとらわれない、新たな人間と自動化の協調制御システム“Human As a Control Module architecture : HACM architecture”を提案した。HACM architecture のコンセプトは、パイロットと自動制御系（自動操縦装置）が常に協調関係を保ち、パイロットが現状に不適切な操縦入力を与えた場合は自動制御系がその操縦を補い、逆に自動制御系の制御能力が及ばない状況や非常事態においてパイロットが自動制御系の操縦を補うという、人間と自動化の協調制御システムを実現することである。パイロットと自動操縦装置の操縦能力をオンラインで比較し、自動的に操縦入力に重み付けをして、両者の現状に不適切な操縦入力が入力インシデントや事故に繋がる連鎖を断ち切るように作用する。

本論文は、筆者が提案した人間と自動化の協調制御システムとその設計思想、提案機構を航空機運動に適用して有効性を検討した結果を中心にまとめている。本研究で提案した機構の設計思想が基づくヒューマンファクター、モジュール構造、人間（パイロットなど）を制御ループに含めた制御系設計手法についてまとめると共に、人間の運動制御能力に関する研究結果について示し、人間と

自動化の協調関係を構築することの意義を示している。次に、提案機構を航空機運動に適用し、数値シミュレーションとフライトシミュレータ実験を介して、さまざまな飛行状態を模擬した基礎検討結果と **PIO** 現象や過去の航空機事故例、次世代航空管制システムで提案されているコンセプトに応用した結果などを示し、有効性を確認した。