

(様式2)

学位論文の概要及び要旨

氏 名 山下 茂司 印

題 目 航空宇宙産業製造工程におけるヒューマンエラーマネジメントの研究
～品質マネジメントシステムを補完するベテラン作業員暗黙知活用の実践と検証～

学位論文の概要及び要旨

航空宇宙産業は最新の技術の高い信頼性を得るまで地道に研究・検証し、製品実現につなげている。それら製品機能がもたらすメリットによって人類社会は大きく発展し生活も便利になってきた。ただし、自動車や家電製品といった大量生産品と異なり、特に日本の航空宇宙産業は多品種少量生産のものづくりが主体である。前者が人の介入を局限する自動化された工程や、期間工でもアウトプットのばらつきを抑えるライン生産方式を採用できるのに対し、後者の航空宇宙製品の製造は作業員の力量（知識、経験、技量）に頼ったものづくりを行っているのが現状である。人に頼っている以上、ヒューマンエラーによる作業の失敗が発生することで、その対応費用と時間を損失し、その損失が欧米と比べて生産規模の小さい日本の航空宇宙産業の余力を奪っている。また失敗事象が製造フェーズではなく、運用フェーズで顕在化すると、生命への影響や社会的な信頼失墜につながる事態も想定される。航空宇宙産業メーカーにとって、ヒューマンエラーによる品質損失は重大リスクといっても過言ではない。

一方、日本規格協会より航空宇宙・防衛産業向けのJIS Q 9100 品質マネジメントシステム（以下、QMSと称す）が制定されており、同じく航空宇宙・防衛産業向けの米国AS9100、欧州EN9100規格と相互認証されている。これはISO国際標準化機構ISO9000シリーズの一般製品・サービス向け品質保証規格に加えて、航空宇宙固有のマネジメント要求を追加した規格である。このJIS Q 9100：2016版では、“ヒューマンエラーの防止”、“人的要因（Human Factors）の明確化”という要求が追加された。しかし、その要求を実行する上で具体的な補足・解説はなく、各メーカー独自の取り組みに委ねられている。

本論文ではJIS Q 9100 QMSを適用する航空宇宙産業向けに製造現場のヒューマンエラー抑制を目的としたベテラン作業員暗黙知を形式知化し活用する一連の手法を立案・検証する。これら手法がレジリエンスエンジニアリング（E. Hollnagel）のSafety-II（変化する状況の中で、求められるパフォーマンスができるだけ高い水準に保たれている状態）の働きを高めるうえで、ノンテクニカルスキル（Non-Technical Skill：NTS）の向上に着目した実践的な内容であることを補足する。さらに、これら手法をQMSの要求箇条と体系的に連携させることによって、ベストプラクティスとして品質保証活動のベンチマークに活用してもらい、日本の航空宇宙産業基盤の維持と発展に貢献できると幸い

である。

はじめに、JIS Q 9100 QMSをベースとした品質保証の取り組みを論じる。その取り組みにおいて製造上のヒューマンエラー抑制に対する考察より、マネジメントの視点で後述の改善手法を体系化し、QMSに取り入れて運営していく提案事項をまとめる。

次に筆者の航空宇宙産業実務経験より、製造工程上のヒューマンエラーによる失敗事象の実状を述べる。他産業との比較や人間信頼性工学における仕事要素毎の不信頼度データから、実際は顕在化した失敗事象より、はるかに多くのヒューマンエラーが発生していることが分かる。つまり、マクロな視点で見ると航空宇宙産業はQMSによってヒューマンエラーによる失敗事象を抑制できているとも言える。これは、人間の弾力性が製造プロセスの健全性を担保している可能性を示し、つまりヒューマンエラーを起こすのは人であるが、それによる損失を防ぐ（または最小限にする）のも人であるというレジリエンス効果による働きが表れているのではないかと考えた。柔軟性ある人間の働きによる良い状態を促進させることで、リスクに気づき、リスクを共有し、リスクを改善する効果を期待して、ベテラン作業者の知識、経験いわゆる暗黙知を形式知化して活用する改善手法を立案する。

まず、ベテラン作業者に対し客観的に作業上のリスクに気づかせるため、人間工学データを用いて標準的な人間の能力の領域を逸脱する作業を客観的に識別し、そこから作業リスクとノウハウを導くことによって、ベテラン作業者の暗黙知を蓄積する。次にその暗黙知を形式知化し活用する手段として工程FMEAによるヒューマンエラーリスク評価手法と、失敗学観点でさらに情報を上位概念化し汎用的にリスク抽出と改善につなげる手法を立案、検証し、その有効性を論じる。

さらにベテラン作業者がある一定の意識を維持して作業に取り組むことでパフォーマンスのばらつきを抑制させることを目的とした最適教育計画をシステム保全の確立モデルをベースに論じる。

今後も航空宇宙産業はベテラン作業者に頼ったものづくりが続くが、IT技術の発達により管理面はシステム化が進んでいく。本研究によって蓄積するベテラン作業者の暗黙知から人のエラーリスクを除外するシステム要件定義へつなげていくことが、今後の研究課題である。