



SIEMENS

Ingenuity for life

シーメンスデジタルインダストリーズソフトウェア

デジタル認証管理

耐空性の管理と検証を効率化するツールとは

エグゼクティブ・サマリー

耐空性の保証は、煩雑で難儀な作業です。これは、定期的に耐空証明を取得しているどの企業にも当てはまるでしょう。地域によって異なる基準、規則、法令に製品が適合していることを証明するのは途方もないプロセスなのです。

航空業界では、安全がすべてです。規則と設計要件はすべて、何らかの不具合が発生する、または発生しているという可能性に基づいて用意されています。一連の規則は、命に関わる事故や負傷の恐れ、墜落といった悲惨な事故を防止するためにあります。つまり、離陸した航空機が安全に着陸できることを保証するために、厳格な基準が定められているのです。

概要

最軽量のグライダーやヘリコプターから超大型の民間旅客機、軍用機に至るすべての航空機は、航空機的设计そのものと製造される各機体が耐空性を備えていることの証明を取得し、それを維持しなければなりません。このプロセスは

耐空証明と呼ばれ、航空機に関わるすべての関係者（メーカー、所有者、運航者、および製品寿命の期間に関与するすべての利害関係者）に適用されます。



耐空性に始まり、耐空性に終わる

耐空性の範囲は、製造、品質、サプライチェーン全体に及びます。永遠に続くかに思われる基本的な課題の数々はすべて安全性が中心であり、耐空性を達成するための設計と仕様に関するものです。エンジニアは、設計した航空機が設計基準を満たしていることを示す必要があり、構造の強度を実証し、耐空性に求められる操作性と安定性を備えていることを証明する必要があります。

基準を満たすには、設計による証明、解析、シミュレーション、試験、最終的には監督機関（米国では連邦航空局、FAA）による検証を通じて適合性を実証しなくてはなりません。

多くの企業にとって航空機の認証プロセスは膨大な作業となっていますが、それは単に、簡素化するための積極的な対策を施していないことも原因の1つです。また、複雑化する認証には、開発コストと同等またはそれ以上のコストがかかってきます。開発と製造にかかるコストの50%近くが、製品の安全性を証明するために費されている金額だということを想像してみてください。

耐空証明の準備は、設計から製造までの工程と並行して進めるべきであり、設計段階が終わってから着手したり、独立して進めたりするものではありません。しかし、多くの企業は、耐空証明の要件を満たすための作業を独立した作業としてとらえ、それが航空機開発プログラムのあらゆる側面に連動していることを忘れがちです。

以下のようなケースを考えてみましょう。

- 所定の試験手順は何世代もかけて策定されたものです。しかし、シーメンスのeAircraft（電気ハイブリッド航空機）のような航空機の例は、従来のプロトコルとは相容れられません。認定基準は絶えず進化するため、どのような新しい基準でも確実に準拠できるように、試験、シミュレーション、検証、妥当性評価の適切なツールに投資することが非常に重要となります。
- 航空機の所有者 / 運航者は、耐空証明を維持していること、飛行が認められていることを定期的に証明する責任があります。証明には、整備士やパイロットなど航空機を整備、操縦する者の認定も含まれます。

- 修理や改修などのアフターサービスには、設計 / 整備仕様の情報が必要ですが、それらの情報が入手できないとしたら、どうしたら良いでしょうか。航空機は何十年にもわたって使用されるため、必要な情報が入手できなくなったり、開発当時のエンジニアが退職していたりということがありえます。さかのぼって情報収集する作業は骨が折れます。場合によっては、参考にできる機体が基地や博物館にしかないこともあるでしょう。こうなると、整備士やエンジニアは、修理や改修作業の方法をいちから調べなくてはなりません。古い機体の解体やリバース・エンジニアリングはおしなべてコストがかかりすぎるため、大変非効率です。
- アフターサービス市場を逃したくないOEMが、機体の独自情報を外部に出したがることもあります。データにアクセスできないと、航空機の所有者、整備担当者、運航者がその航空機を適切に整備するための情報を得られないこととなります。

多くの企業にとって航空機の認証プロセスは膨大な作業となっていますが、それは単に、簡素化するための積極的な対策を施していないと言えます。



デジタル認証管理を活用する

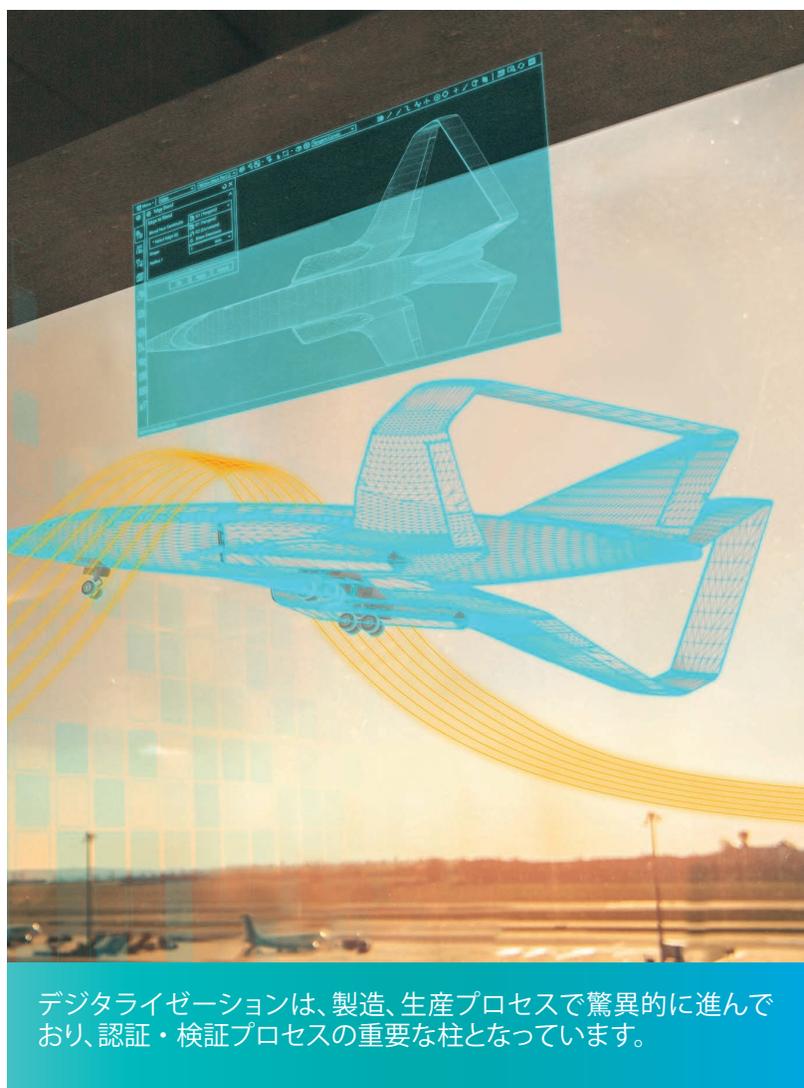
包括的なデジタルを駆使した認証管理システムがあれば、非常に効率的にデータを管理し、航空機認証プロセスを進めることができます。エンジニアリング審査、試験、点検、機器認定の段階でデジタルでの認証管理を取り入れることで、正しく統制の取れたプロセスが適用され、ライフサイクル全般を通じて説明責任とトレーサビリティが確保されていることを証明できるようになります。¹

デジタルライゼーションは、製造、生産プロセスで驚異的に進んでおり、認証・検証プロセスの重要な柱となっています。初期製造段階と量産段階の耐空証明を裏付けるには、多岐にわたる膨大なデータを必要とするため、データの効果的な管理が必要不可欠なのです。

しかし現実には、そのようなデータはどこに保存されているでしょうか。企業によっては共有ドライブのこともあれば、ローカル・コンピューターのデスクトップ、または地球のほぼ反対側のオフィスの机の上に積まれた書類の中かもしれません。いくつものファイルを検索し、多くのエンジニアと設計者に尋ねながら技術的なデータをまとめて整理する作業は、何千時間と高いコストがかかり、製品のリリースや整備作業に遅れを招きます。書類をファイリングして机の上に保管しておく方法は、もはや通用しません。複数の企業とサプライヤーの拠点をまたいで作業が進むのであればなおさらです。

- デジタル認証管理は、顧客が直面している問題の1つ、情報をかき集め、最終的に技術文書としてまとめなければならないという問題を解決します。SharePointの文書管理ソフトウェアとExcelでデータを管理することもできますが、デジタル認証管理用のソリューションと同レベルの検証プロセス管理は期待できないでしょう。
- デジタル認証管理は、時間とコストの削減だけでなく、飛行停止といった風評被害リスクも減らします。信頼性の高いデジタル認証管理システムは、耐空証明を受けた航空機であることの記録を保管するほか、部品をどこで製造したか、部品の解析はされているか、どこで最終承認を得たのかといった情報の追跡にも使用できます。

- 認証に必要なデータは複数あります。整備や修理に使用する部品の情報が原設計に含まれていないことがあるため、元々の製造企画書、仕様書、図面、材料表、標準ハードウェアの記録を保管しておくことが不可欠です。非純正部品を使用しはじめると、部品のバリエーション数が驚くほど膨大になるのです。



デジタルライゼーションは、製造、生産プロセスで驚異的に進んでおり、認証・検証プロセスの重要な柱となっています。

統合型のデジタル・プログラム管理のメリット

開発 / 製造プログラムのコストの半分程度の金額が製品の安全性と信頼性を証明するためにかかっているとすると、包括的で統合的なデジタル・プログラム管理システムを導入しない企業は、コスト削減と競争力の維持を達成できないということになります。

すべてが計画通りに進んだとしても大変な作業ですが、エンジニアリングの問題はプロセスのどのタイミングでも起こりうるものです。そして、それが安全性を脅かす要因となります。安全性に疑問が生じ、地上待機の可能性が懸念された場合、企業や調査機関は、認証プロセスの一連のデジタル情報（デジタル・スレッド）を活用して、要件への適合状況を確認することができます。デジタル・スレッド¹は、故障部品をどこで製造したのかを知り、それが正しく設計、解析、試験されたか否かを判断するのに活用できます。

- デジタル・プログラムを統合的に管理できるシステムがあれば、耐空証明の手続きに関わる各部門の異なる要件に応じて、報告書を検索・追跡できます。定期点検や大規模修繕には、常に最新の技術文書、部品表、組み立て / 整備指示書を確実に参照できます。
- 統合型のデジタル管理は、反復作業や設計変更においても常に最新の状態を維持するので、何十年もの期間に担当が変更になっても、現在使用されているものと互換性のある正しい部品を確実に使用できます。

耐空証明を合理化するための一歩は、要件を管理および紐づけし、多数の作業分解図 (WBS) を定義、計画、スケジュールリングできるような統合型プログラム・プランニング (IPP)²

を航空機メーカーが実装することです。

航空機を設計するとしたら、設計・構築のプロセスをどのようにするか。どのような要件があるのか。必要な試験、完了した試験はどれなのか。IPPは、顧客の仕様書と耐空証明の認証機関を結びつけるものです。IPPに基づいて、試験とシミュレーション、製造、点検、ユーザビリティ、ドキュメント化、整備を含む製品ライフサイクルのすべての段階で、要件を満たすための手順を1項目ずつ確実にチェックしていきます。

IPPの導入は、入札に有利に働くこともあります。落札後には、納期遅れやコストのかかる遅延が起こらないよう、効率的にプロセスを管理できます。航空機の認証データは必要なときにすぐにアクセスできる状態になっており、プロセスがスムーズに進むよう正しくバージョン管理されています。

デジタル化のレベルを計画的に統合することで、すべての領域を融合し、縦割りが排除され、情報の検索に多くの手間を費やす必要がなくなります。この包括的な環境は、耐空証明にも活用できるのです。



デジタル・スレッドにより、故障部品をどこで製造したのか、設計、解析、試験が正しく行われたのかを確認しやすくなります。

耐空性を継続するには

航空機はアフターサービスにも高いコストがかかります。所有者 / 運航者は、整備のための完全なサプライチェーンを必要とします。しかし、部品サプライヤーが撤退し、交換用の部品が製造されなくなったらどうなるでしょうか。

デジタル認証管理システムがあれば、航空機の長期的な実用性を検討できます。航空機メーカーや機体を維持管理する所有者 / 運航者は、サプライチェーンに変更が生じて、何十年にわたって航空機を維持管理する現実的な方法を知っておく必要があるのです。

民間機であれ軍用機であれ、何百万ドルもかけて取り寄せた部品が使えなかったというケースは珍しくありません。航空機の運行停止期間中のリバース・エンジニアリングにもさらにコストがかかります。また、想定寿命よりも長く飛行を続けている機体の構造部品のなかには、差込口のサイズや留め具が特殊であるため、交換や代替が難しいものもあります。

結論としては、長年の間に航空機のOEM担当者や運航者が変わっても、機体に関する情報はすべてそのまま保存しておく必要があります。

航空業界は、航空機の所有 / 運航コストの最小化、ダウンタイムの削減、より良い耐空証明に向けた取り組みを進めるため、条件ベースの予知保全の手法を導入し、それを継続的に進化させていく必要があります。技術が進化しても、時代遅れの精度の低い手法を用いて信頼性のトラッキングを行って、不要な整備のために長いダウンタイムが生じることとなり、コストが増加するばかりか、肝心の航空機の安全性もリスクにさらされてしまいます。

長年の間に航空機のOEM担当者や運航者が変わっても、機体に関する情報はすべてそのまま保存しておく必要があります。



変更による影響を管理する

航空機的设计と安全性は、例えば、トランプのカードで作った（不安定な）家のようなものです。1か所を変更したり1つの部品を移動するだけで、それ以外の何百、何千の部分に影響が及びます。航空機の整備や修理が1つの拠点で完結することはないため、すべての変更をスプレッド・シート形式でまとめるのは非効率です。それでは、影響分析や根本原因の特定には役立ちません。

航空機の所有にかかる総コストの70～80%は整備関連でと言われていますが、正しい情報にアクセスできるか否かが大変重要となります。整備を縮小または最適化することで、コストを削減し、航空機の可用性も高めることができます。整備の費用が高額になることから、航空機メーカーは、機体購入パッケージに長期保証サービスを含めるようになってきました。これにより、メーカーが将来の航空機設計 / 開発に利用できるデータにもアクセスしやすくなりました。

ますます複雑化する航空システムにおいては、特にあらゆるリスクを特定しなければなりません。何百万にのぼる部品の関係を管理・追跡する作業を、モデルベース・システム・エンジニアリング (MBSE) 環境を使わずに手作業で行うことは、もはや現実的ではありません。

装置や標準部品を交換する際、メーカーや整備担当者は同じものが入手できなければ代替品を使います。メーカーは通常、代替部品として使用可能な部品のリストを作成しています。しかし、整備用文書や部品カタログに代替部品の記載がなければ、代替部品が利用できることを知らない整備士が元の部品の同一品を探して求めて時間を費やしてしまうこととなります。

耐空証明プロセスをデジタル上で管理することで、安全性と信頼性を保証するための検証 / 妥当性評価のプロセスを、以下の観点から改善できます。

- ・ 改修内容のトラッキング
- ・ 原部品ではない適格代替部品を使用した場合、その記録
- ・ 予知保全の実施と効果的なトラブル・シューティング
- ・ 仕様上の信頼性と現場で実証された信頼性との間のクローズド・ループ

耐空性は、設計にとどまらず、整備と修繕にも関係します。デジタル・スレッドは、航空機的设计、製造、整備、修理のすべての側面を単一プロセスに統合し、故障報告、解析、また



耐空性は、設計にとどまらず、整備と修理にも関係します。

是正処置システム (FRACAS) のクローズド・ループを完成させます。こうして統合されたデジタル・プロセスは、予想される故障個所の特定に役立ち、航空機の安全性と信頼性を確保するうえで必要な作業をフィードバックを可能にします。航空機の所有者 / 運航者は、このシステムの機能デジタル・ツイン³を使用して、稼働中の航空機からデータを取得し、機材や部品が信頼性目標に達しているかを確認します。信頼性目標を下回っている場合には、詳細な解析を進めて整備スケジュールを変更できるのです。

整備計画にビッグデータを活用

航空機から得た大量のデータを使用して、整備と修理に役立てるにはどうしたら良いのでしょうか。

航空機のさまざまなデータを識別するにはビッグデータとIoT(モノのインターネット)を使用できます。しかし、80万以上のデータを取得して専門家に提供したからと言って、故障を回避できそうな領域を見つけてもらえるわけではありません。重要なのは、データを識別、解析、定義するためのモデルです。これには、天候、温度、そのほかの外的条件といった外部の要素も含まれます。たとえば、夏場のフェニックスの乾燥した厳しい気温と冬のアラスカの極寒の気象条件では、部品に与える影響は大きく異なります。

まとめ

安全上の危機が訪れるのは以下のケースです。

- 経験豊富なエンジニアの多くが退職または引退してしまった。代わりの整備士はまだ経験が浅いか、熟練の整備士に比べて機体に関する深い知識を持っていない
- 航空機の複雑化が進み、適合すべき基準の数も増えている。このため、より統合的な環境が必要

航空機メーカーと所有者 / 運航者は設計、製造、整備にデジタル・ツールを活用してはいるものの、耐空性にはまだ活用していません。デジタル認証管理は、継続的な安全性と信頼性を保証する耐空証明の維持に役立つツールでもあり、プロセスでもあります。

航空機の複雑化が進み、耐空性に求められる基準も進化するなか、航空機メーカーは最良のそして最も包括的なツールを用いて、適用されるすべての標準、規則、規定を順守していることを実証しなければなりません。

安全性と信頼性のトラッキングは非常に複雑なため、これまでのような手作業では対応できません。航空企業は、完全統合型のデジタル・エンタープライズ・ソリューションを活用してはじめて、デジタル・ツールによる航空機システムの開発と関連リスクの予知が可能になるのです。設計と開発に関するあらゆる側面を予知保全、検証、妥当性評価とリンクできるかどうか、鍵と言えるでしょう。

参考文献

- 1.Reimer, Dave, "How the digital thread transforms verification management," 2017.<https://community.plm.automation.siemens.com/t5/Digital-Transformations/How-the-digital-thread-transforms-verification-management/ba-p/431699>
- 2.Siemens Digital Industries Software, Integrated program planning and execution <https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/industries/aerospace-defense/integrated-program-planning-execution.html>
- 3.Siemens Digital Industries Software, Digital twin <https://www.plm.automation.siemens.com/global/en/our-story/glossary/digital-twin/24465>

シーメンスデジタルインダストリーズソフトウェア

本社

Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
USA
+1 972 987 3000

アメリカ

Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
USA
+1 314 264 8499

ヨーロッパ

Stephenson House
Sir William Siemens Square
Frimley, Camberley
Surrey, GU16 8QD
+44 (0) 1276 413200

アジア/太平洋

Unit 901-902, 9/F
Tower B, Manulife Financial Centre
223-231 Wai Yip Street, Kwun Tong
Kowloon, Hong Kong
+852 2230 3333

日本

〒151-8583 東京都渋谷区代々木 2-2-1
小田急サザンタワー
TEL: 03-5354-6700 (代)

シーメンスデジタルインダストリーズソフトウェアについて

シーメンスデジタルインダストリーズソフトウェアは、シーメンスデジタルインダストリーズのビジネス・ユニットです。製造業がイノベーションを実現するための新たな機会を創出し、産業のデジタル・トランスフォーメーションを牽引するソフトウェア・ソリューションを提供して世界をリードするグローバル・プロバイダーです。米国テキサス州プラノを本拠地とし、これまで世界 140,000社以上のお客さまにサービスを提供しています。シーメンスデジタルインダストリーズソフトウェアは、あらゆる規模のお客さまと協働して、アイデアの実現方法、製品の実現方法、稼働中の製品および設備資産の活用や状況把握の方法を変革できるよう支援しています。

[siemens.com/plm](https://www.siemens.com/plm)

© 2019 Siemens. 関連するシーメンスの商標は[こちら](#)に記載されています。
その他の商標はそれぞれの所有者に帰属します。

78178-81325-C9-JA 12/19 LOC