

エンジンモニタリングで 定時発着のお手伝い

IHI が実現する民間航空機の エンジン性能モニタリングサービス

今や世界一の定時発着率を誇る日本の航空会社。
運航遅延や欠航に結び付く機材トラブルなどは決して起こさないよう万全を期している。
IHI は独自のプラットフォーム ILIPS を活用し、運航中のエンジン性能のトレンド（推移、傾向）を監視、
運航中の異常検知やデータ収集、故障予知を行い、航空機の運航をサポートする。



ライフサイクルビジネス

IHI では、民間航空機エンジンをお客さまの整備仕様に基づいて整備・修理している。そのなかで社内システムやデータベースを駆使して、さまざまな業務改善、品質向上、コストダウンを進め、エンジン整備というものづくりサービスを最適な形でお客さまに提供

している。

一方世界では、ライフサイクルサポート、つまり製品の納入から運用、整備、売却までの全体にわたって支援を行うことが要望されるようになり、エンジン整備というハード的なサービスにとどまらず、お客さまの運航の最適化など、ことづくりと呼ばれる付加価値的なサービスにまで広げる必要がでてきている。

そこで IHI は、社内で開発したシステムであるリモートメンテナンス共通プラットフォーム (IHI group Lifecycle Partner System : ILIPS) を活用し、運航費の削減、エンジンの取り出し時期、整備仕様の最適化などの提案やサービスの提供を行い、お客さまの運航から整備までトータルとしてサポートすることを目指している。その核となるのがモニタリング、つまり状態監視とデータ収集である。

オンコン整備とプロアクティブ整備

基本的に、民間航空機エンジンはオンコン (On Condition) と呼ぶエンジンの状態に応じた整備方式を採っている。これは、基本はお客さまの整備仕様、例えば「〇〇時間運転したら××の部位を分解点検」に則って整備を行うが、整備を進めていくなかでエンジンの劣化状態を確認し、劣化した部分のみ修理していく方式である。安全性の観点から問題ある部分のみの整備となるので、最低限の費用で整備できる。

このときのエンジン劣化状態の確認方法は 2 種類ある。一つは従来どおり機体にエンジンを搭載した状態や、エンジンを機体から取り卸して整備会社へ送られた際に、エンジン部品を直接目で見ながら進める。この場合、コンディションの悪いものだけを現物確認することで見つけ出し、修理することができる。

もう一つは、モニタリングデータを見る方法である。現物確認ほど精度は高くないが、整備作業を進める前にエンジンの中の状態を把握できるので、エンジン取り出しや分解の必要性を事前にチェックでき、運航への影響を最小限にすることができる。これをさらに進めれば、プロアクティブ、つまり先を見越した積極的な整備という考え方が可能となる。

このように、これからは現物の状態確認に加えて、エンジントレンドモニタリングによるエンジン内部のコンディション確認が重要になってくる。

エンジンのモニタリング

航空機エンジンのモニタリングには 2 種類あり、一つはリアルタイムモニタリング、もう一つはトレンドモニタリングである。

リアルタイムモニタリングは、パイロットがコックピットで時々刻々エンジン状態を監視することである。これは航空会社が安全運航の責任において行うこ

とであり、実際には機体システムが監視を行う。異常値を検出した際には、警報を発してパイロット自身に対応したり、着陸後に航空会社の運航整備士が必要な対応をしたりする。

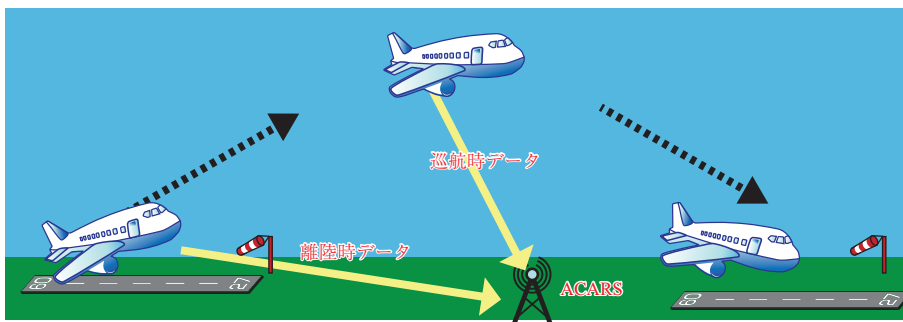
一方、トレンドモニタリングは、フライトごとにエンジン状態のトレンド (推移、傾向) を航空会社やエンジンメーカー、整備会社が監視することである。このトレンドデータを基に必要に応じて整備する。IHI は整備会社であるためトレンドモニタリングを実施し、トレンドデータを用いて、お客さまの要望に添う技術的サービス、アドバイスを提供する。

エンジン性能データ収集システム

飛行中のエンジン性能のデータ収集は、ACARS (Automatic Communications Addressing and Reporting System) と呼ばれる空地データリンクシステムを使用し、機上で収集されたデータが地上に送られてくる。飛行中の機体から ACARS で送信されたデータは、これらのデータをハンドリングする専用のプロバイダーの地上アンテナを経由して、プロバイダーのもつサーバーへ送られる。このサーバーから航空会社は機上のデータを入手することができる。さらに、搭載しているエンジンメーカーにモニタリングしたエンジン性能データを提供する契約になっている。そこで、航空機からプロバイダーに送られた性能データはそのままの形でエンジンメーカーにも送られる。

IHI は、エンジン整備を受託している航空会社から性能データを自動的に転送してもらっており、機体でデータが取られた瞬間、ほぼリアルタイムで、General Electric 社 (アメリカ) や Pratt & Whitney 社 (アメリカ) などのエンジンメーカーが受信しているデータと全く同じデータが IHI へも送られ、ILIPS のサーバにデータが蓄積されていく。

データ取得は、決められたタイミングに行われ、直ちに地上に送られる。具体的には、機体が離陸した時点で 1 度、安定した巡航状態に達した時点で 1 度取得される。取られるデータは、エンジン排気温度、燃料流量、オイル温度・圧力、振動値、回転数、抽気状況など 40 項目ほどである。これらが全て ILIPS へアップロードされる。ただしこの段階では生のデータである。



エンジン性能データ収集システム

エンジントレンドモニタリング・故障予知

IHI は、エンジン性能データをモニター・解析することで、お客さま（航空会社）に対し、プロアクティブな整備提案・技術サービスを提供している。

(1) データ収集

先に述べたような方法で飛行中のエンジン性能データをリアルタイムに収集し、ILIPS へ自動アップロードしている。ILIPS はインターネット回線でアクセス可能で、24 時間いつでもデータをモニターすることができる。

(2) データ解析

収集されたデータを用いて以下のような解析を実施する。生データだけでなく解析結果も ILIPS 上でモニターが可能である。

- ① さまざまな運航・環境条件で使用されたエンジンから得られる性能データを、ある一定の条件に換算し、エンジン性能の変遷をモニターしやすくする基本的なガスタービンの各種性能修正計算。
- ② エンジンの初期設計時に使用した「エンジン性能解析モデル」を使用し、新製時の性能と実際にモニターされた劣化時の性能を比較し、性能劣化度合いや部位の特定。
- ③ 過去のエンジン性能のトレンドデータから、統計的手法により近い将来の性能データを予測することで、近い将来エンジンに不具合が起こる可能性を確率として表現。

(3) トレンドモニタリング

- ① 短期トレンドレビュー：潜在的な問題点を検出し、航空会社運行整備部門へエンジン性能データが設定した限界を超える前に有効なアドバイ

スを提供する。

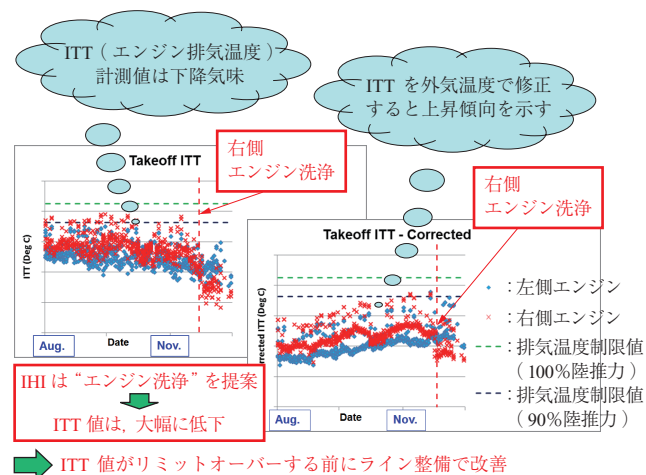
- ② 長期的なトレンドレビュー：設計時のエンジン性能解析モデルをモニタリングデータと比較することによりエンジンの各構成要素レベルで性能劣化を検出し、最適な内視鏡検査時期やエンジン取り出し時期のアドバイス、さらには IHI のデータベースを基に、精度が高く低コストで最適な性能回復整備仕様を提案する。

(4) 自動異常検知

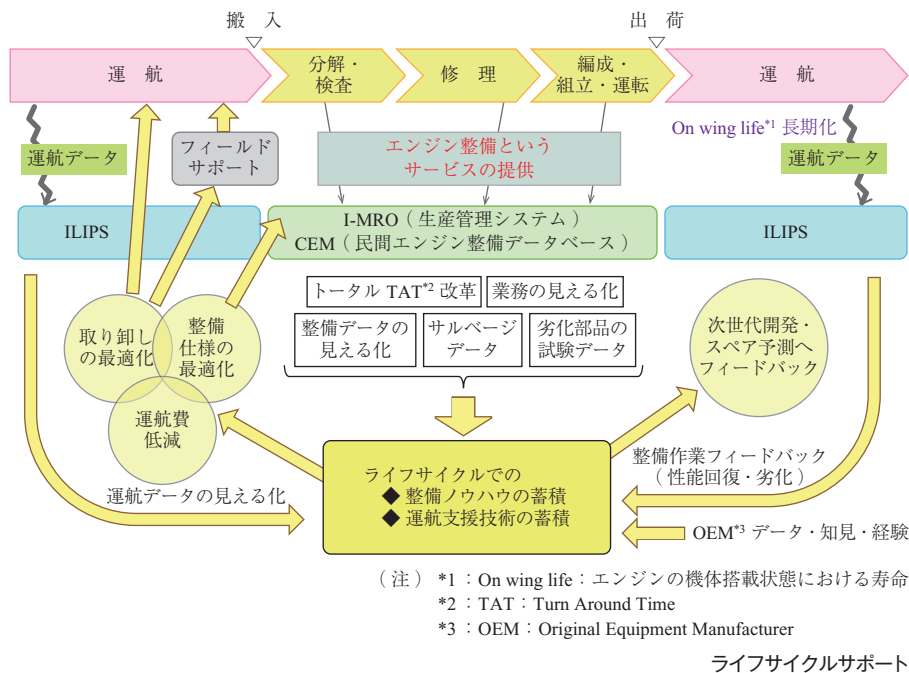
限界超過や急なパラメータの変化をシステムが自動検知し、自動でアラームを通知する。

具体例を一つ紹介しよう。CF34-8E という型式エンジンの排気温度の半年間ほどのトレンドグラフからは、排気温度の時間変化はあまりなく、安定しているように見える。ところが実際には夏から秋にかけてのトレンドで、外気温度の影響がエンジン排気温度に入り込んでいる。

そこで、外気温度で修正計算されたトレンドグラフに切り替えると、両エンジンとも排気温度が徐々に上



“短期”トレンドモニタリング（排気温度）：CF34-8E エンジンの事例



昇していることが分かる。特に、右側エンジンの排気温度は左側に比べ絶対値も高くなっている。このような排気温度傾向を示す場合、今までの蓄積したデータから飛行経路・回数によりエンジン内部に汚れが蓄積され、そのために性能が悪くなっていることが予想される。そのまま放置すると、排気温度のリミット値に到達してしまい、最悪運航遅延やキャンセルなどの心配がある。

そこでお客さまに、エンジン内部を水またはお湯で洗浄することを提案し、水洗実施後に右側エンジンの排気温度を大幅に下げることができた。つまり性能が改善された。

一方、IHI 独自の故障診断により、1～2週間先の排気温度の予測、さらには運航制限にもかかわる排気温度のリミット値を超える可能性を示すことができる。天気予報の降水確率のようなもので、1～2週間後にリミット値を超える可能性が低ければ、まだまだ安心。可能性が高いと判断されたら、ここ1～2週間の間に、航空会社でエンジン内部水洗などの整備の実施を計画することができる。

このように、モニタリングデータを基に、IHI の今までの整備経験からのアドバイスや、独自の故障診断技術により、航空会社で先を見越した積極的な整備をすることで、定時発着に結び付けることができる。

さらに、排気温度が高いエンジンが IHI へ整備に

入ってきた際には、今までのエンジン整備の経験から、高圧タービンのキーとなる部分のみを修理して、排気温度のみを下げる最適な整備仕様を提案し、最適で低コストの整備を達成する。

このように工場内でのエンジン整備にとどまらず、運航のサポートまで行うことで、製品のライフサイクルサポートを実践している。

今後の展開

新しい機種では、さらに多くの運航時の性能データが収集されるようになる。これら収集されたデータを目的に合わせた手法により解析することで、航空機エンジンの整備会社として、さらに整備会社という枠を超えて、より上質な運航サポート案をお客さまに提案していく。

また、国内ジェットエンジンメーカーのリーダーとして、ここで得られたデータを製品ライフサイクル全般にわたって最適な状態でご利用いただけるよう、エンジン設計時に活用していく。

問い合わせ先

株式会社 IHI

航空宇宙事業本部 整備事業部 プロジェクト部

電話 (042) 568-7418

URL : www.ihl-aem.com/