

サポータビリティ監査(SA)

ロジスティックスの調査・分析



TFD社の分析手法「サポータビリティ監査(SA)」は、欧米各国の様々な装備品の維持・整備実績を踏まえた科学的な経済性分析によるデジタルモデルの作成からスタートし、様々な条件で変化する後方業務支援能力(保守性)をシステムティックにシミュレーションすることで評価・分析するものです。明瞭な根拠性と説得性を備えた評価結果は、装備品等の修理・補給業務の予算計画の為の経済分析モデルとして、また経費節減案を迅速に評価し、改善案の立案に必要となる、ロジステック・サポート・アナリシス・レコード(LSAR)を情報源とし、定常業務システムの一部に組み込んで継続的にご活用いただけるものです。

マスマodelによるサポータビリティ監査(SA)の概要

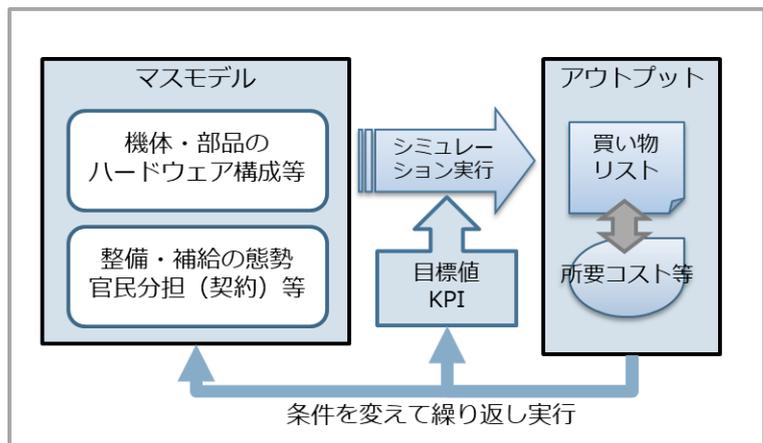
マスマodelで作成するデジタルツインは、装備品やシステム等の部品を、修理・交換しながら、システムの寿命を最大化させつつ、費用対効果の高い後方支援態勢を立案、評価するものです。このモデルは、米国のSherbrooke博士らが、1980年代以降、進化させてきた、VARI-metric理論を活用し、構築していきます。TFD社は、この分析アプローチをさらに向上させ、サポート態勢の変化、システムの配備時期(時間軸)等を考慮にいれたうえで、可動率向上を目指すための分析機能をさらに進化させてきました。

特徴としては、対象システムを装置や部品の階層構造(EBS)として定義した上で、それぞれの使用状態に応じた故障や交換時期の予測結果を積算し、システム全体としての可動・非可動状態を推定します。昨今のICT技術やコンピュータ能力を駆使し、膨大な数の部品を個別に状態把握させ、デジタルツインに、改善案による条件をインプットし、シミュレートし、立案される後方支援業務態勢モデルのサポータビリティを分析、比較評価します。

また、部品等のMTBF特性にとどまらず、部品調達契約の制約、予算の制限、支援機材など諸々のサポート条件の過不足など、想定できるすべての後方支援業務活動を数値的にシミュレートする経済分析モデルです。

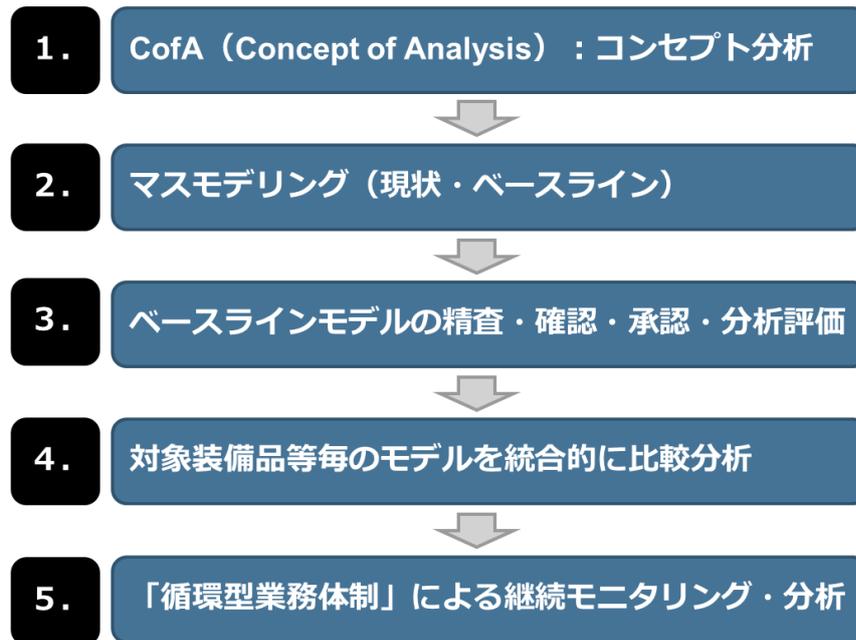
その際、分析モデル構築の成否は、モデルパラメータの設定や現実のデータ精度によっても大きく左右されません。同様の諸外国の装備品や航空機などの後方支援業務をマスマodel化した経験の深いTFD社の分析に関わるノウハウを活用し、調査・評価・検討が行えます。実際に集めることができる実績データの「質」に左右されないよ

うに、データクレンジング作業(信頼性の高い推定データの作成を含む)を施し、構築モデルの精密さやデータの精度に応じた現実的かつ臨機応変な分析を実施できます。



【ビジネスケース調査・検討要領】

調査・検討をするために、以下に示す5つのステップを実施します。



1. CofA (Concept of Analysis) : コンセプト分析

調査・検討作業に関わるステークホルダーとの面談および現状の整備方法や契約手続等を調査し、現行（BAU）の修理・補給業務体制のサポート能力を把握し、調査プロジェクトの目的を達成するための調査研究方法・手順を定めます。

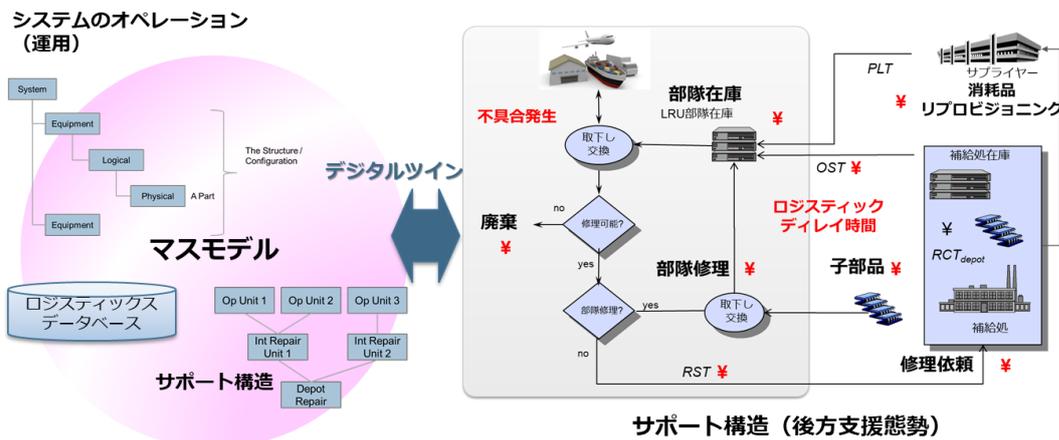
CofA を策定する過程により	
	現行の後方支援業務体制モデル、作業現場に対して問題点を特定し、その改善案を見つけるためのモデルに対してどんな質問をするべきか、そしてその質問に準じてどんな分析をするべきかを定め
	分析の対象となる支援業務範囲（制約範囲）を特定し、分析結果を明確に理解できるようにし
	分析結果から、現場の事情にふさわしい改善策を選択できるように、選択肢を導出し
	最も適切な分析アプローチ、分析方法、分析ツール、データおよびデータソースを定め
	調査役務を達成するために必要なリソースとタイムスケールを調べ
	各々の担当者に責任分担し、各々の任務を明確に定義します
	さらに分析手段、分析結果、分析に用いられたデータ等が、検証・妥当性確認（V&V）を踏えたものであることを検証します

2. マスモデリング（現状・ベースライン）

現状の修理・補給態勢（後方支援態勢）のモデリングでは、ロジスティクスデータベースに、これらのサポート構造の組織毎に、対象部品のコストやリードタイムなどの値をセットしてゆきます。

このマスモデルに、現状起きているイベントを発生させ、運用状況などが推定される動きに近いものになるまで、データの見直し作業を行います。現実の動きを反映していると確認できたものをベースラインとします。これが「デジタルツイン」となります。

このマスモデルは専用のツール (TFD 社の TEMPO または MAAP) で構築しますが、そのアウトプットは EXCEL などに吐き出し、お手持ちのツールでビジュアライズし、分析結果を表現することが出来ます。

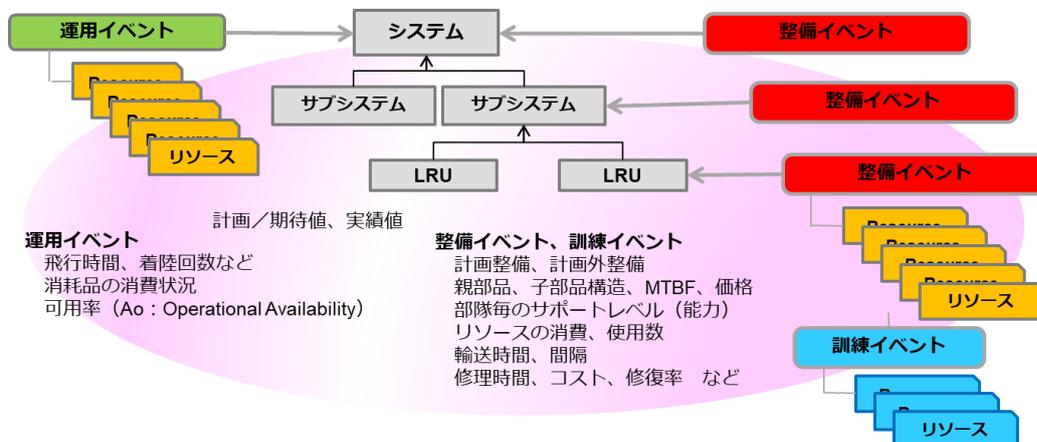


モデリングに必要なデータは、航空機整備業務で一般的に用いられるものを使用します。システム (航空機等) の状態を表す部品表 (IPB など) を基に、主要部品のカタログ価格や MTBF などの技術データ、後方支援部隊のリソース (部品在庫、整備員、器材、ショップなど) の数、能力などからベースとなるマスモデルを作ります。

その後、システム (航空機等) の使用時間と、発生した整備・修理に使用した部品や所要時間などの実績値をあてはめて、マスモデルの精度を検証します。その上で、期待する KPI (獲得できる飛行時間など) を実現できる後方支援リソース (部品所要や支援態勢など) を提示します。そのアウトプットが、例えば、購入すべき部品のリストといった形で提示されます。

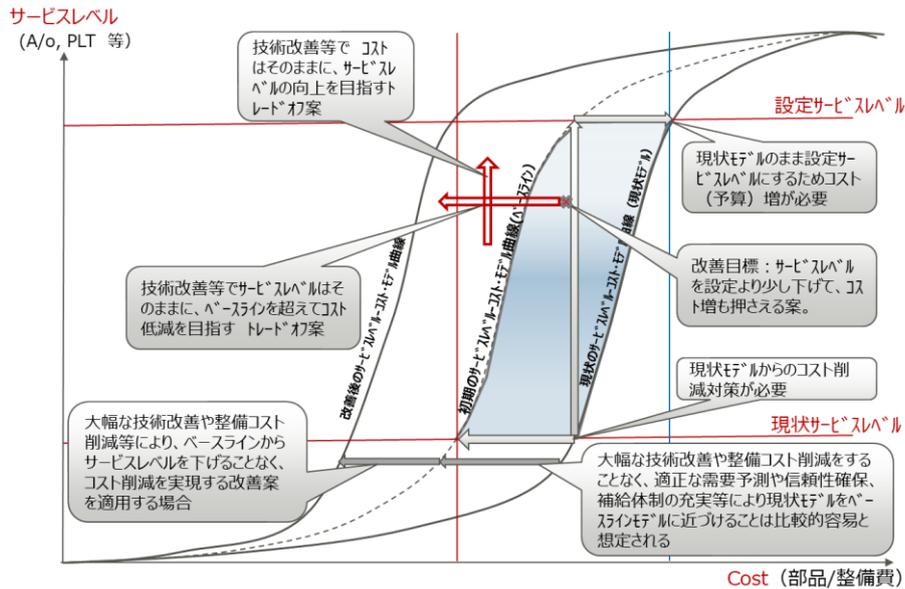
マスモデルによる出力と、現状を比較検討することにより、分析を行います。

マスモデルの構成要素は、以下のようなものとなっています。



3. ベースラインモデルの精査・確認・承認・分析評価

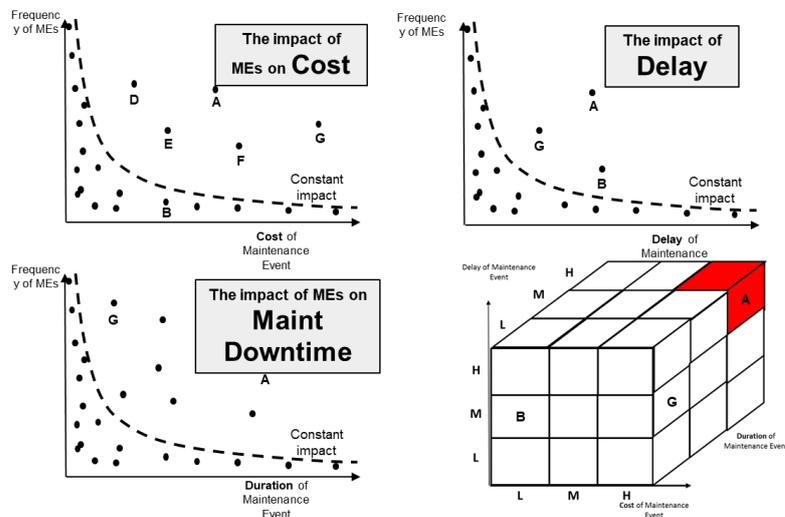
ベースラインモデルの挙動を検証し、現行業務支援の実態が十分に反映された（支援業務のインプット、例えば、コストや時間が、その支援業務のアウトプット、現状の可動率を、忠実に反映している数値モデルであること）BAU ベースラインモデルになるまで精査します。



なおこの際、モデルを構築するために修理・交換実績等のデータを参考にしますが、TFD社のノウハウとして多種多様なデータクレンジング方法・ツールを活用することが出来ます。

以下の図は、ベースラインモデル構築に必要なデータを収集し、収集した実績値をプロットし、データの正確性、信頼性をチェックするものです。また、整備イベント、運用イベントなどから得られる最新の実績値を用いてプロットした場合、コンスタント・インパクトラインからかけ離れ、修理部品待ち時間が長すぎるとか、修理時間が長すぎるとか、修理コストがかかりすぎているとかといったような、各々の整備イベントに必要とされるサポートリソースの問題点（コストドライバー）を見つけ出すための手段として活用されます。

その結果、問題点の明確化、解決すべきアイテムのプライオリティーを付け、改善案による暫定値を分析ツールにインプットし、調査・検討の一部であるトレードオフ分析を実施します。



更に、モデリング並び分析手法の妥当性は、欧米で PBL 戦略を実施する際に必ず要求される、妥当性・信頼性レギュレーション (V&V または GAO's LCC Analytical standard) に準ずるものであるかどうか精査します。

4. 対象装備品等毎のモデルを統合的に比較分析

経費の算定と比較・分析をするために、改善選択肢、費用対効果、およびそれぞれの予測成果を試験・評価し、調査・検討作業の調査・検討の基本となる比較分析評価を実施します。

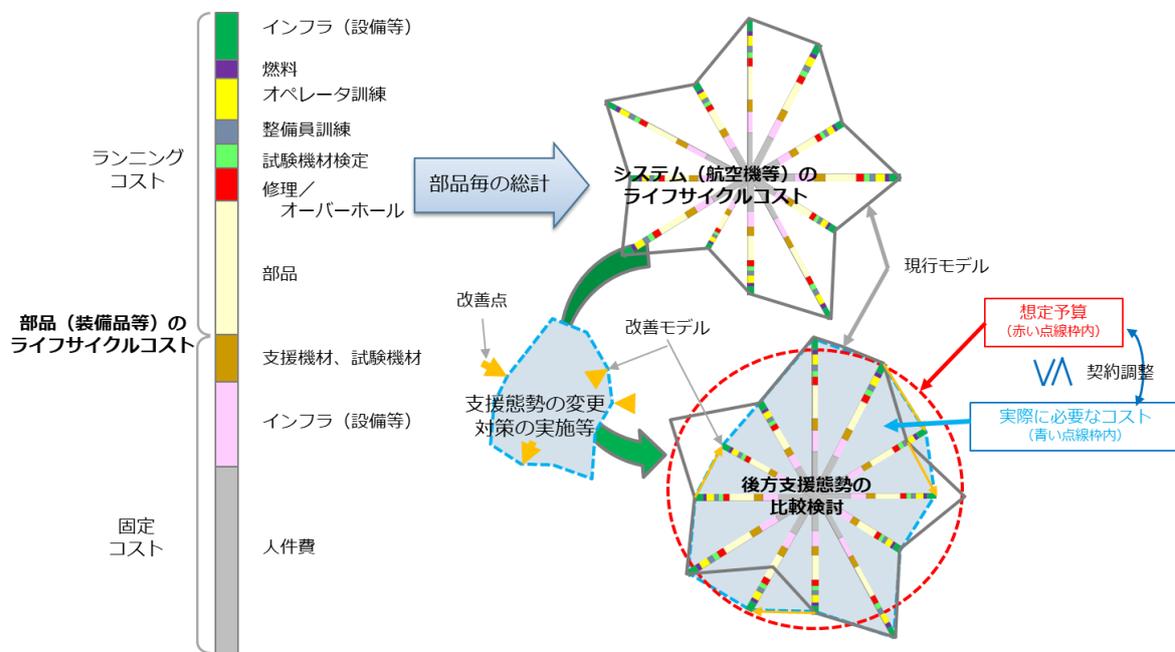
この段階の評価や分析手法を用いて、以降の後方支援ポリシー・改善体制に関する判断や、効果的な入札提案要求書 (PBL 支援契約の RFP) の作成を迅速にし、何度でも、効率的に行うことが出来るようになります。

ここで、モデルをコスト分析する場合の表現例を示します。

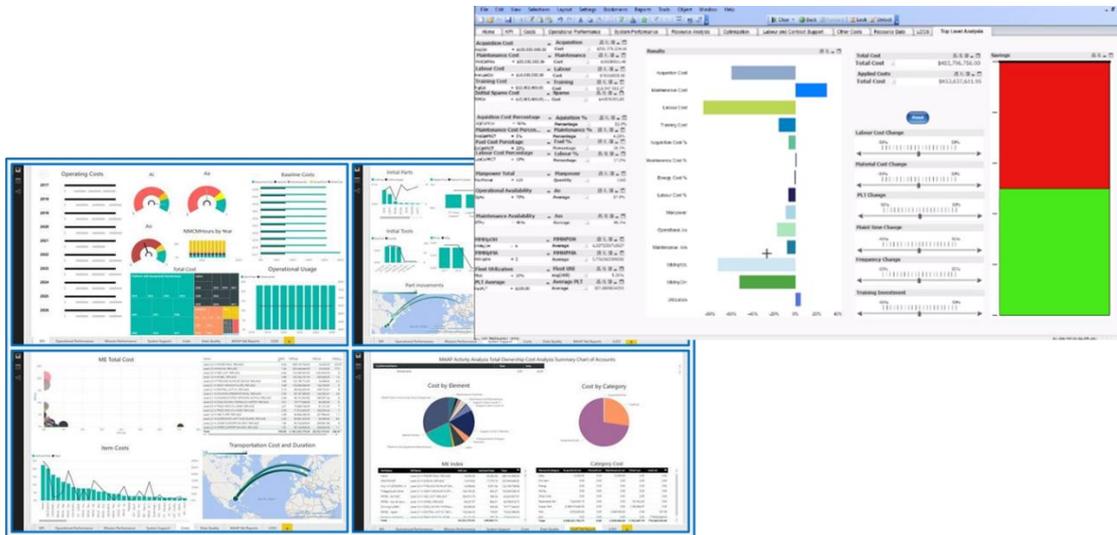
下図左の棒グラフチャートは、システムを構成するコンポーネント・部品ごとに算出される部品 LCC です。それらのコンポーネント毎のコストを総計したものが、システム全体のライフサイクルコスト (右) となります。

そこに支援態勢の改善を加えたものがライフサイクルコスト (青い点線枠内) です。

それを想定予算 (赤い点線枠内) との差分を調整しながら、現実の PBL 等契約形態を調整することとなります。



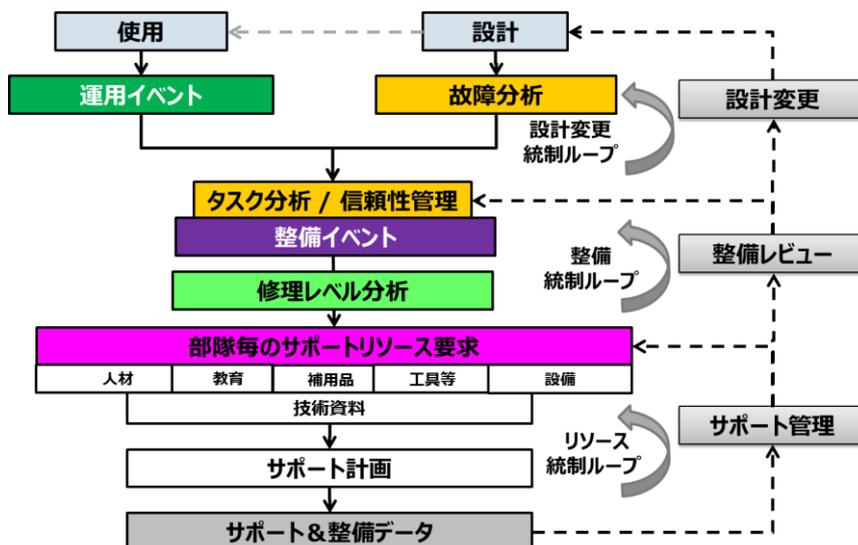
下図(画面)は、それぞれのマスモデルにおける経費算定をビジュアライズしたもの(BIツールによる表示)です。右側は、そのいくつかの要素を可変にして感度分析を行っている様子を示しています。特定の指標値を変化させると、関連する他の指標も影響を受けて変化します。このように、ビジュアルに影響を表現することで、感度分析の理解を容易にすることが出来ます。



これらの画面は、モデリングツールからの出力データ(Excel)より、BIツール(例えば、無償にて使用できる Microsoft PowerBI など)により表現できます。

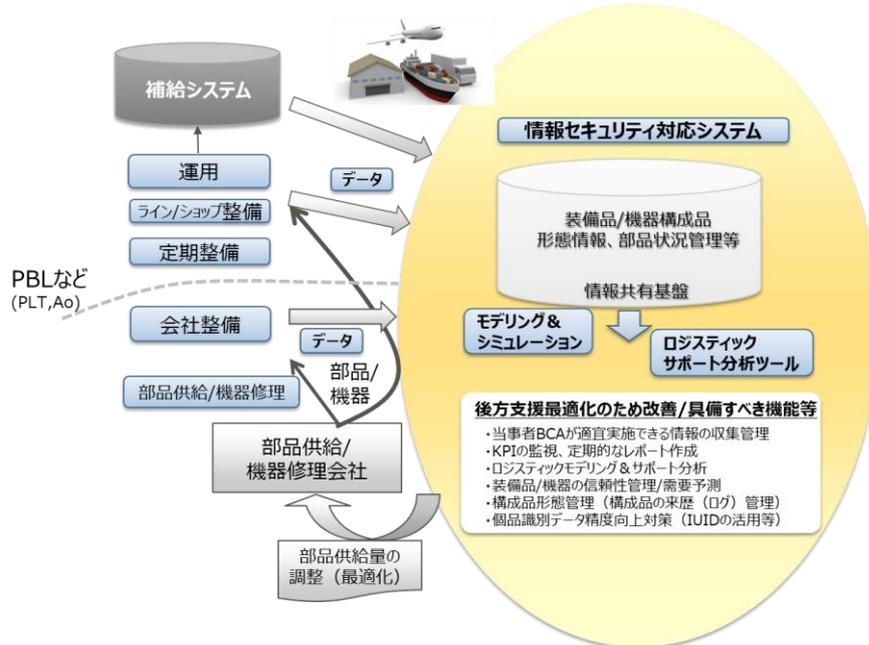
5. 「循環型業務体制」による継続モニタリング・分析

一旦構築された現行修理・補給業務体制モデルを活用し、支援作業をモニタリングしつつ、繰り返し支援業務の成果(事前に定められた KPI)の分析・評価を繰り返します。その「循環型業務体制」により、後方支援作業の業務成果を最適化するために具体的な是正処置(改善プラン)を立案し、その是正処置の効果を予測分析・評価することにより、その必要性、経済性等を査定します。



下図はモニタリングのイメージを示したものです。マモデルを現実と対比させつつ随時評価するためのデジタルツインの構築・維持が、航空機の運用効率を最大化し、逐次発生する諸々のトラブル事象に対処するためにも役立つものと考えます。

必要なデータは、現状の航空造修システムや補給・調達システム等により収集されているデータであり、最初は現状の補給および航空造修システム等から必要な情報を抽出する形で構築できます。その後、評価したい KPI を収集するためのデータ収集機能を逐次追加してゆくことでシステムの充実化を図ります。



また、部品毎の実績データ収集の精度を高めるために、管理を自動的に行える RFID や二次元コードによる個品管理を取り入れ、米軍との管理方法の共通化を図ることも一考に値します。

右図は IUID の銘板（二次元コードによるラベル）



また、整備／運用データを契約会社と共有することから、情報セキュリティに対する考慮も重要となります。米国の CUI 情報の取扱規則（NIST SP800-171）への準拠なども十分に検討することが必要となります。

用語説明

用語	説明	解説
Ao	Operational Availability (可用性)	飛行可能時間や保証リードタイムなどで表現される
BAU	Business as Usual	現状のビジネス状態
CofA	Concept of Analysis (コンセプト分析)	分析の方針を決める最初の合意形成ステップ
CUI	Controlled Unclassified Information	米国連邦政府の指定する保護すべき重要情報
Digital Twin Model	Digital Twin Model (デジタルツインモデル)	現実の状況を正確に表現するマス(数式)モデル
EBS	Equipment Breakdown Structure (階層構造)	装備品等機器の部品階層構造
Fill Rate	(充足率)	部品等の請求時に在庫があるケースの確率)
ILDT	Integrated Logistics Data Template (統合ロジスティクスデータテンプレート)	データを迅速に、正確に、効率よく収集するためのテンプレート(ツール)
IUID	Integrated Unique Identification Device	米軍の二次元コードによる個品管理システム
MAAP	Monterey Activity-based Analysis Platform	T社の後方支援態勢シミュレーションツール 補用品の他に整備態勢など広いデータを用いる
Math Model	Mathematical Model (マスマodel)	数式データにより定量的に後方支援態勢を表現したモデル ここでは、 経済分析のモデル である
MRO	Maintenance Repair & Overhaul	整備・修理(を行う組織)
TEMPO	Tempo	T社の後方支援態勢シミュレーションツール 主に補用品の所要を中心にモデリングする
V&V	Verification and Validation (検証・妥当性確認)	欧米では PBL 戦略を実施する際に必ず要求される、妥当性・信頼性を証明するレギュレーション
VARI metric	VARI metric	Sherbrooke 博士らのモデル理論で、防衛装備品やシステム等の部品を修理・交換しながら、装備品の装置全体の寿命を最大化させつつ、費用対効果を高める考え方
PBL	Performance Based Logistics	パフォーマンスベースドロジスティクス