

第5／6世代戦闘機の整備補給から空自後方へのイノベーションを考える

1 趣旨

近い将来、航空自衛隊が約 150 機の F-35A/B を保有し、運用する時代が訪れる。さらに、次期戦闘機（GCAP）、そして、無人戦闘機。空自が保有する航空機の中で最大機数となる第5／6世代戦闘機の整備補給を通じて、空自の後方に必要なイノベーションを考察する。

2 戦闘機整備の変遷（概観）

（1）1940年代（第2次世界大戦）

- ア 機付整備員（機付長＋機付員）が戦闘機の全ての系統の整備を担当
- イ 強固なパイロットと整備員の絆

（2）第3／4世代戦闘機（1960年代～2000年代）

- ア 適用技術の高度化により、各系統に精通する専門特技員が必要
 - システムティックな分業体制で整備をコンプリート
- イ 第3世代→第4世代の技術的進歩の影響
 - 職人からチェンジニアへ
- ウ パイロットと整備員の絆は限定的
- エ 整備員は、航空基地におけるマンパワーの中心的存在
 - 災害派遣や広報イベント等の主力

（3）第5／6世代戦闘機

- ア センシング技術とコンピュータ技術の急速な進展
 - 故障診断や整備要領はコンピュータのアシストで。故障発生を予測。
 - Pilot Squawk + 整備職人の技 → Computer-oriented へ
- イ 部隊の第一線でできることが限定的
 - 細分化された専門特技員から multi-maintainer へ
- ウ パイロットと整備員の絆？
 - 人が介在する範囲の減少。無人機になると更に！

3 第5世代戦闘機の整備補給の特徴

（1）全て PAD が教えてくれる？

第4世代機まで、戦闘機を運用する上で必要な整備は、主として技術指令書（マニュアル、当初は紙媒体、近年電子化が進む）により提供され、整備員はマニュアルと

格闘（該当ページを検索し、故障に対しては専門的知識と技能をもって原因を究明・復旧する等）して必要な整備を完了しなくてはならなかった。また、通常、系統毎に細分化された特技員を必要とし、定期的な重整備（フェイズ検査や I R A N）を必要とした。

第5世代機においては、整備に必要な情報はハンディ PC(PAD)により提供される。機体から各種データをダウンロードし、次のフライトまでに必要な整備を、PAD を通じて示す。故障に対しても、必要な部品交換等について手順・要領を含めインタラクティブに表示され、航空機整備に関する基礎的な知識・技能を有していれば、PAD のみでほとんどの整備を完了できる。系統毎に細分化された特技員を必要とせず、定期的な重整備も必要としない。

（2）AMMO はだれが積む？

数十機の戦闘機に必要な弾薬を至短時間に搭載することは大掛かりなチーム活動を必要とする。第4世代機までは、整備そのものに細分化された専門特技員を数多く必要としたため、この特技員に弾薬の搭載・卸下に必要な教育訓練を行えば、弾薬搭載要員を一定数確保できた。

第5世代機以降は、細分化された専門特技員が必要なくなるため、必然的に整備員の全体数が大きく減少する。さらに、ステルス性を活かすためには、弾薬を内装する（搭載は外装より厄介）必要がある。現状は、機械力を用いて専門特技員が搭載せざるを得ないが、将来的にはロボットか(化)？

（3）補給本部・補給処いらす？

交換用の部品や構成品等に係る補給に目を移せば、F-35 を例にとると、設計時から ALGS（Autonomic Logistic Global Sustainment）直訳すれば「自律型後方補給による全世界における維持」により、F-35 保有各国で必要な部品・構成品等の分配を一元的にコントロールしている。

それは、主に、①保有各国と合意している各種指標の達成（対価を伴う。要求が高いほど価格も高い。達成できなければ一定のペナルティ）と、②保有各国の安全保障環境等による F-35 の所要・緊要度、を勘案してコントロールされていると推察される。つまり、保有各国と合意した各種指標をクリアして収益の減少を防止しつつ、米国はじめ各種事態等に応じた所要機数等をそれぞれ確保しようという、難易度が非常に高い手法である。

各種指標の間には相関関係のあるものが多く、各指標を達成するためには、複雑に入り組んだ整備補給に係る要素を最適化する — 真に神業と言える。

一方で、これが十分に機能するのであれば、空自における補給本部や補給処の役割が激減する。（いらなくなる？）

4 第5世代戦闘機 and beyond (第6世代戦闘機への展望)

(1) Multi-Maintainer によるシンプルな整備

ア 特技の種類を極力少なく(10以上→3以下)、相互に補完して少数精鋭
特技 oriented から 機種 oriented へ

イ 米空軍は、2027年より、50以上ある整備専門特技を7まで削減?

- ・ 空士長まで: 全ての整備員は、まず Generalist Track により、航空機整備員としての基本的な識能を身に付ける(航空機の発進・帰投、サービシングを含む。)
- ・ 2等空曹まで: ①Avionics and Electrical、②Aerospace Ground Equipment、③Advanced Mechanical、④Crew Support Systems、⑤Fabrication、⑥Intermediate-Level Engines の6特技のうち一つを修得する。

(2) Global で可視化されたサプライチェーン

一国で部品および構成部品を供給することは現実的でない。グローバルで安全かつ安定的なサプライチェーンをどう構築するか。そして、サプライチェーンが可視化できなければ改善できない。 → 何とかして可視化したい

(3) 更なる自動化・機械化

ロボット、AI の活用領域の拡大

- AI が故障を突き止め、ロボットが修復、弾薬搭載の自動化等
- AI による消費予測(理論値、実績値)
- ロボットによるグランド・ハンドリング

(4) メンテナンス・フリーの実現

ア 有人機 → 無人機主体へ

イ 無人機のアドバンテージ ~ 上空で人が活動するために必要な装置とスペースが不要(例: 与圧装置、酸素供給装置、射出座席・救命装備、コックピット(操縦桿、スロットル、ラダーペダル、計器等))で設計の自由度が高く、比較的安価、加えて、機体構造の限界まで機動が可能

- 無人機(ドローン含む)で事足りるのであれば、無人機の方が良い。
- 有人機でないといけないこと(mission)とは何か?

5 第4世代戦闘機はどうする?

(1) 官民が基地内で一緒に働く T-7/T-4 スタイルを戦闘機にも適用

T-7やT-4による飛行教育を行っている浜松、静浜、防府北各基地においては、細分化された専門特技員が必要なショップ整備について、民間企業が契約により基地内で当該整備に従事。

第4世代機のために空自が細分化された専門特技員を引き続き養成・維持することは、とても非効率 → 民間力の活用（空自整備員OBの活用）

契約形態は、Performance Based Logistics (PBL)の考え方をベースとした包括的なものになると考えられるが、何を指標にするかをはじめ解決すべき課題あり。

(2) 機動展開能力確保の施策

機動展開能力（ACE含む）を確保するため、航空機の飛行前後の整備や弾薬搭載、簡単な故障修復（構成品の交換）程度の能力は、引き続き空自内に保持する必要

6 真に必要な防衛生産・技術基盤に係る一考

(1) 純国産（国内開発+国内生産）で数多く生産できる（売れる）のが理想

→ とは言え、構成品や部品の単位まで全て国産とするのは現実的に不可能

→ サプライチェーンはグローバルにならざるを得ない

→ 平時から有事への移行がシームレスな時代（+）兵器の進歩により有事の際の国内製造基盤は脆弱

→ 緊急増産能力のメリットは相対的に低下

→ 弾薬及び部品や構成品等は十分な在庫保有が必要

→ 一方、自動車のように〇〇台/日のレベルの生産態勢がとれるなら有用

(2) 少ない生産機数で維持は至難の業（ジャパン・ユニークでは維持ジリ貧）

ア 世界で売れない純国産装備より世界で売れる共同開発・生産による装備を。

米国でさえ、少数機種 of 維持は難題

→ A&SF NEWSによると、F-22とB-1の任務可能率は、2024年50%未滿に低下、F-22に至っては僅か40.19%

イ 我が国の航空機産業の課題 → 機体及びエンジンに比して、装備品のシェアが小さい（← 一方、海外の大手装備品企業はM&Aを繰り返して巨大なシステムインテグレーターに成長、サブシステムを席卷）

→ プライムとベンダーの関係から、システムインテグレーターとサプライヤーの関係へ

(3) 独自にUPGRADEやUPDATEができることは必須

もし、日本がF-35開発のパートナー国だったら？

→ 十分満足ではないかもしれないが、UPGRADEやUPDATEに様々反映できた可能性

→ 他方、莫大な資金を必要とした可能性も！

(4) リソースは足りるのか (人+金+期間)

とりわけ人口減少の影響は深刻

→ 無人アセットで事足りるものは、冷徹に、無人アセットに切り替えるべき

7 空自の後方補給組織のイノベーションに向けて

先の大戦の教訓 → 後方を軽視しない → 空自においては反映されていると認識 (空自後方組織の充実、補給本部長の位置付け等)

一方、後方補給に携わる隊員数は漸次減少が見込まれる。特に整備は・・・。

(1) 補給本部・補給処及び整備補給群のリフォーム

ア 整備補給群の廃止 → 飛行群との統合、運用群 (Operation Group) へ

→ 機種毎に飛行隊と整備隊が連動

イ 補給本部・補給処

→ AIでできるものはAI, 人は司令部機能に専念

(2) 後方補給組織の mindset 改革

→ 女性の割合を50%に。少なくとも35%程度になれば、マイノリティグループが連帯を組み組織文化に変化をもたらす (※) → 新風を吹き込む

(※) ハーバード大学ビジネススクール教授で経営学者のロザベス・モス・カンターが1977年に提唱した「黄金の3割」(critical mass、連続的変化をつくり出す臨界点)理論。特定グループの比率が「15%」程度までは、少数派は目立つ存在となり、成功しなければならないというプレッシャーを感じる、「トークン (象徴) とみなされ、多数派から孤立し、実力を発揮することが困難な状況に置かれる、「35%」程度まで到達すると、集団としてだけでなく個人としても認識され、組織運営や意思決定に影響を及ぼすようになる、というものの。

(3) 気合い (魂) も大事だが、科学的・論理的なアプローチで

平時からの準備 → 妥協のない数と量のアプローチが必須

data-oriented な思考。AIの活用

(4) 過去の呪縛からの脱却「お金をかけてパフォーマンスを得る」

防衛費右肩下がりの時代 → 予算を抑えてパフォーマンスを維持向上する

→ 様々な工夫を生み出すも、既に限界点に到達 (元々無理のある話)

やはり、パフォーマンスを上げるには、資金を増加させることが自然 (必然)

(5) 後方補給の減員は、人口減少対策の重要なカード

少数精鋭 → 総員の減少が、質の低下を招かないような施策・工夫が必要

→ 航空整備士資格の取得（国交省との連携）

→ 術科教育の改革（指定航空従事者養成施設に適合）

底辺が短くなっても、三角形の頂点が下がらないように

【おまけ】 What's next? — 更なる課題

- 後方補給の統合はどうする？
- 後方補給の日米共同はどうする？
- イノベーションを如何に現場に適用(implement)していくか？