

# MROビジネスについて

令和3年1月23日



1. Introduction
2. AirlineとMRO
3. 時代的背景
4. 航空機整備
5. MROの現状
6. 航空機の変遷
7. 今後のMRO

# 1.Introduction

2. AirlineとMRO

3. 時代的背景

4. 航空機整備

5. MROの現状

6. 航空機の変遷

7. 今後のMRO

# JALECの紹介



JAPAN AIRLINES

商号 株式会社JALエンジニアリング <http://www.jalec.co.jp/>

(英文 : JAL Engineering Co., Ltd. 略称 : JALEC)

設立 2009年10月1日

資本金 8,000万円

株主 日本航空(株) (100%)

代表者 代表取締役社長 北田 裕一

従業員数 約4,000名

本社所在地 東京都大田区羽田空港三丁目5番1号 JALメンテナンスセンター1



## JALグループ企業理念

JALグループは、全社員の物心両面の幸福を追求し、  
一、お客さまに最高のサービスを提供します。  
一、企業価値を高め、社会の進歩発展に貢献します。

## 株式会社JALエンジニアリング企業理念

### お客さまに「安心」と「満足」をお届けします

航空機の安全運航を徹底的に追求し、航空機をご利用になるお客さまの視点から、お客さまに安心・満足いただける世界一品質の高い航空機を提供していきます。

### 誠実さと思いやりのある誇り高い技術者であり続けます

一人ひとりが航空の安全は自らが守るという誇り高い信念をもち、誠実にその責務を全うします。また、共に働く仲間や家族を大切に、明るくすべてに思いやりを持った技術者の集団であり続けます。

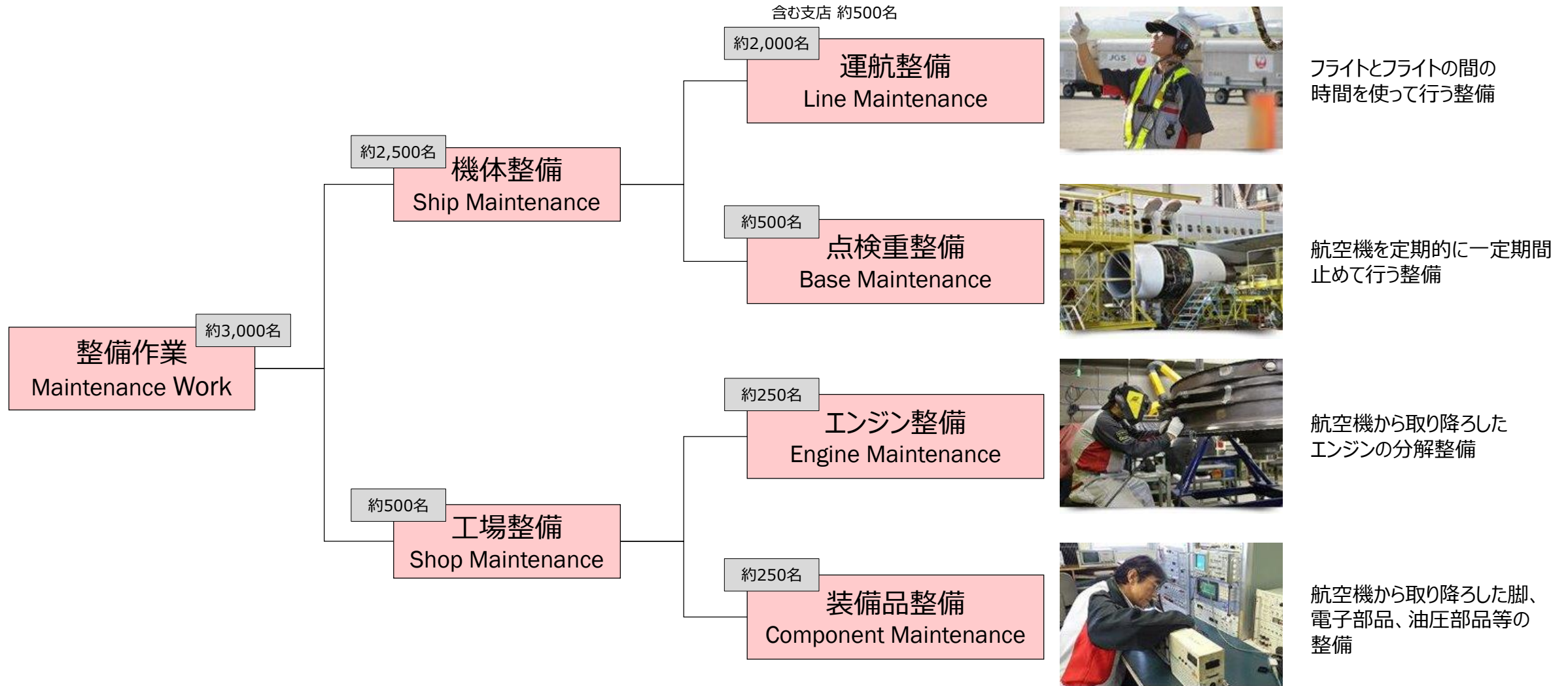
### 航空技術の発展と社会への貢献を果たします

広範な「技術」と、広い視野をもち新たな発想に富んだ「人財」を備え、わが国の航空技術の発展と社会への貢献を果たしていきます。

## JALECの沿革

1983年1月	「(株) JAL航空機整備東京」の前身である「日本航空機塗装(株)」を設立
1988年4月	「(株) JAL航空機整備成田」の前身である「日航アビエーションメンテナンス(株)」を設立
1988年7月	「(株) JALアビテック」の前身の1社である「日航アビオニクス(株)」を設立
1988年10月	「JALエンジンテクノロジー(株)」の前身である「日航エンジンテクノロジー(株)」を設立
1990年6月	「(株) JALアビテック」の前身の1社である「日航コンポーネントテクノロジー(株)」を設立
2000年10月	「日航アビオニクス(株)」と「日航コンポーネントテクノロジー(株)」を統合し、「(株) JALアビテック」を設立
2006年4月	電気・電子・機械部品、着陸装置、構造部品等、航空機用部品の整備・修理を(株) 日本航空インターナショナル部品事業部より「(株) JALアビテック」に全面業務移管
2006年4月	エンジンおよびその部品の整備・修理を(株) 日本航空インターナショナルエンジン事業部より「JALエンジンテクノロジー(株)」に全面業務移管
2007年4月	成田空港および関西空港における航空機整備の現業部門を「(株) 日本航空インターナショナル成田整備事業部」より「(株) JAL航空機整備成田」に全面業務移管
<b>2009年10月</b>	「(株) JAL航空機整備成田」、「(株) JAL航空機整備東京」、「JALエンジンテクノロジー(株)」、「(株) JALアビテック」の <b>4社を統合</b> するとともに、羽田空港を含む国内空港における航空機整備の現業部門ならびに一部を除く間接機能を(株) 日本航空インターナショナル整備本部より移管し、「 <b>(株) JALECエンジニアリング</b> 」を設立
2011年10月	「(株) JALテクノサービス」を吸収合併
2015年4月	「(株) JALエアロパーツ」を吸収合併
2016年4月	「(株) ジェイエア」整備部門と統合して大阪国際空港に「大阪航空機整備センター」を設立
2019年10月	創立10周年

従業員数 約4,000名（直接：3,000名、間接：1,000名）

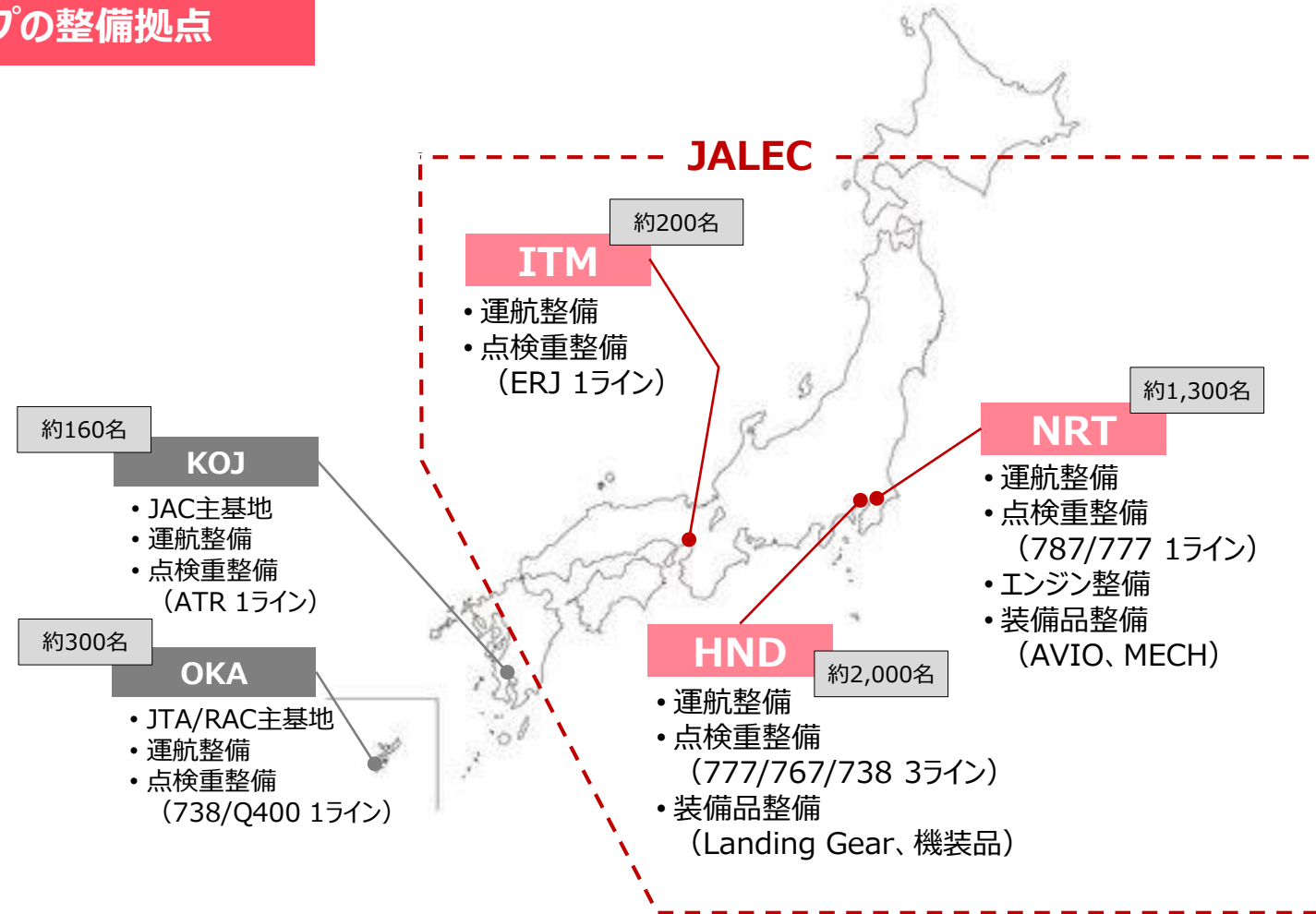


# JALグループ整備体制の紹介



JAPAN AIRLINES

## JALグループの整備拠点



1. Introduction

## 2. AirlineとMRO

3. 時代的背景

4. 航空機整備

5. MROの現状

6. 航空機の変遷

7. 今後のMRO



# 航空運送事業者と認定事業場



JAPAN AIRLINES

## 航空運送事業者とは？

### 航空法【抜粋】

#### 第一章 総則（定義）第二条 第十八項

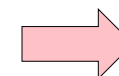
この法律において「航空運送事業」とは、**他人の需要に応じ、航空機を使用して有償で旅客又は貨物を運送する事業をいう。**

安全管理規定  
の届出

運航規程、整備規程  
の認可

施設検査  
の合格

百条許可



航空運送事業者

#### 第七章 航空運送事業等

（許可）

**第百条 航空運送事業を經營しようとする者は、国土交通大臣の許可を受けなければならない。**

（許可基準）

第百一条 国土交通大臣は、前条の許可の申請があつたときは、その申請が次の各号に適合するかどうかを審査しなければならない。

【省略】

2 国土交通大臣は、前項の規定により審査した結果、その申請が同項の基準に適合していると認めたときは、航空運送事業の許可をしなければならない。

（運航管理施設等の検査）

第百二条 第百条第一項の許可を受けた者（以下「本邦航空運送事業者」という。）は、当該許可に係る事業の用に供する航空機の運航管理の施設、航空機の整備の施設その他の国土交通省令で定める航空機の運航の安全の確保のために**必要な施設（以下「運航管理施設等」という。）について国土交通大臣の検査を受け、これに合格しなければ、当該運航管理施設等によりその事業の用に供する航空機を運航し、又は整備してはならない。**運航管理施設等について国土交通省令で定める重要な変更をしたときも同様である。

2 国土交通大臣は、前項の検査の結果、当該施設によつて本邦航空運送事業者がこの法律に従い当該事業を安全かつ適確に遂行することができると認めるときは、これを合格としなければならない。

（輸送の安全性の向上）

第百三条 本邦航空運送事業者は、輸送の安全の確保が最も重要であることを自覚し、絶えず輸送の安全性の向上に努めなければならない。

（安全管理規程等）（一部省略）

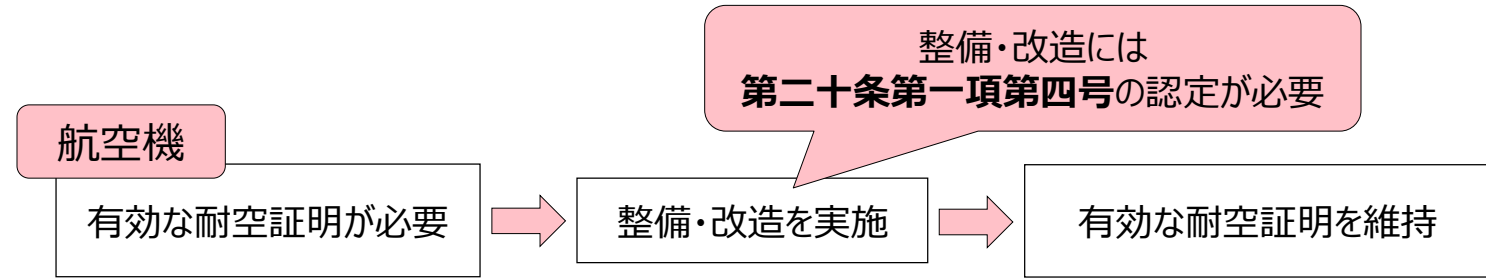
第百三条の二 本邦航空運送事業者は、**安全管理規程を定め、国土交通省令で定めるところにより、国土交通大臣に届け出なければならない。**これを変更しようとするときも、同様とする。

（運航規程及び整備規程の認可）（一部省略）

第百四条 本邦航空運送事業者は、国土交通省令で定める航空機の運航及び整備に関する事項について**運航規程及び整備規程を定め、国土交通大臣の認可を受けなければならない。**その変更をしようとするときも、同様とする。

## 認定事業場とは？

**航空法【抜粋】**  
第三章 航空機の安全性



(耐空証明)

第十一条 航空機は、**有効な耐空証明を受けているものでなければ、航空の用に供してはならない。**(以下省略)

(使用者の整備及び改造の義務)

第十六条 耐空証明のある**航空機の使用**者は、**航空機の整備をし、及び必要に応じ改造をすることにより、当該航空機を第十条第四項の基準に適合するように維持しなければならない。**

参考：第十条第四項の基準

- 一 国土交通省令で定める安全性を確保するための強度、構造及び性能についての基準
- 二 航空機の種類、装備する発動機の種類、最大離陸重量の範囲その他の事項が国土交通省令で定めるものである航空機にあつては、国土交通省令で定める騒音の基準
- 三 装備する発動機の種類及び出力の範囲その他の事項が国土交通省令で定めるものである航空機にあつては、国土交通省令で定める発動機の排出物の基準

(航空機の整備又は改造) (一部省略)

第十九条 航空運送事業の用に供する国土交通省令で定める航空機であつて、耐空証明のあるものの使用者は、当該航空機について**整備又は改造をする場合には、第二十条第一項第四号の能力について同項の認定を受けた者が、当該認定に係る整備又は改造をし、かつ、国土交通省令で定めるところにより、当該航空機について第十条第四項各号の基準に適合することを確認するのでなければ、これを航空の用に供してはならない。**

## 認定事業場とは？

国土交通省令で定める  
技術上の基準への適合

業務規程の認可

第二十条の認定



認定事業場

### 航空法【抜粋】

#### 第三章 航空機の安全性

(事業場の認定) (一部省略)

第二十条 国土交通大臣は、申請により、次に掲げる一又は二以上の業務の能力が**国土交通省令で定める技術上の基準に適合することについて、事業場ごとに認定を行う。**

- 一 航空機の設計及び設計後の検査の能力
- 二 航空機の製造及び完成後の検査の能力
- 三 航空機の整備及び整備後の検査の能力

#### **四 航空機の整備又は改造の能力**

- 五 装備品の設計及び設計後の検査の能力
- 六 装備品の製造及び完成後の検査の能力
- 七 装備品の修理又は改造の能力

2 前項の認定を受けた者は、その認定を受けた事業場（以下「認定事業場」という。）ごとに、国土交通省令で定める業務の実施に関する事項について**業務規程を定め、国土交通大臣の認可を受けなければならない。**その変更をしようとするときも、同様とする。

3 国土交通大臣は、前項の業務規程が国土交通省令で定める技術上の基準に適合していると認めるときは、同項の認可をしなければならない。

4 第一項の認定を受けた者は、第二項の国土交通省令で定める軽微な変更をしたときは、遅滞なく、その旨を国土交通大臣に届け出なければならない。

5 第一項の認定、第二項の認可及び前項の規定による届出に関し必要な事項は、国土交通省令で定める。

6 国土交通大臣は、第一項の認定を受けた者が認定事業場において第二項若しくは第四項の規定若しくは前項の国土交通省令の規定に違反したとき、又は認定事業場における能力が第一項の技術上の基準に適合しなくなつたと認めるときは、当該認定を受けた者に対し、当該認定事業場における第二項の業務規程の変更その他業務の運営の改善に必要な措置をとるべきことを命じ、六月以内において期間を定めて当該認定事業場における**業務の全部若しくは一部の停止を命じ、又は当該認定を取り消すことができる。**

# MROとは？



JAPAN AIRLINES

MROとは、Maintenance, Repair & Overhaul（保守・点検、修理・分解整備）の略  
⇒ 航空機を安全に運航できる状態に維持するために行う整備の総称

**航空機メーカー（Boeing、AIRBUS、等）**：航空機を製造し、Airline（航空会社）に提供

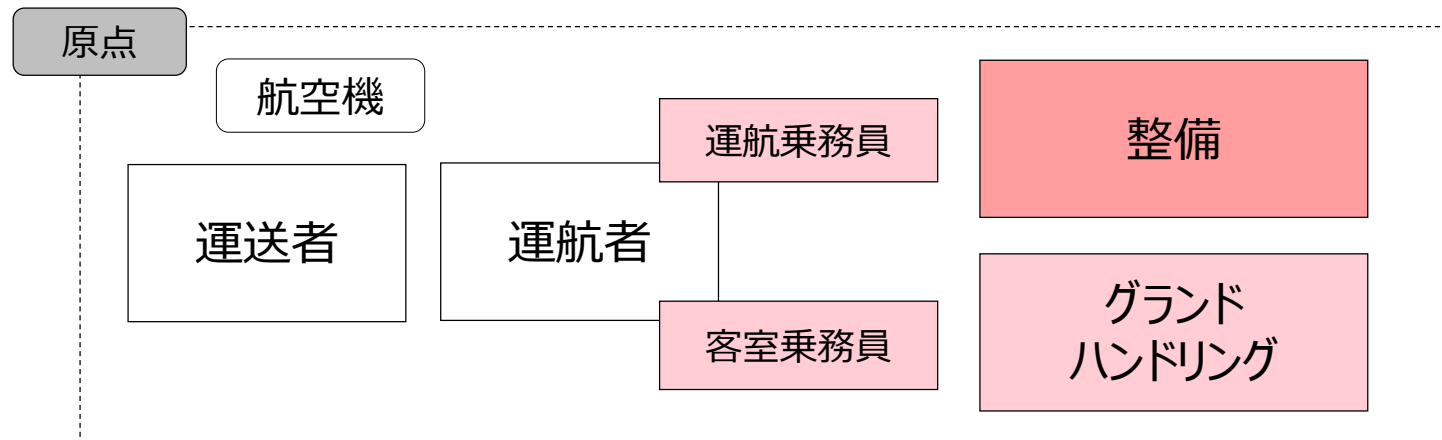
**Airline（航空会社）**：航空機を使用して、旅客や貨物を運ぶことを生業とする会社 ≡ **航空運送事業者**

航空機メーカーは安全基準に従って航空機を製造

旅客や貨物を安全に運送する責任を負っているAirlineが、その航空機を安全な状態に維持する責任を負う。

⇒「Airlineが、使用する航空機の運航・整備に必要な施設や人材を備え、適切な運航・整備を実施」（**Airline = 航空法第3章における使用者**）が原点

しかしながら、全てのAirlineが、大規模な航空機整備施設や体制を構築・維持することは非効率・不成立⇒ **分業化**  
ただし、分業の考え方は、各国の状況、経緯、技術の進化、等によって国ごとに微妙に異なり、かつ変化している。



# MROとは？



JAPAN AIRLINES

自動車の場合、

自動車メーカー：自動車を製造し、使用者に提供

使用者：使用する自動車を安全な状態に維持する責任を負う。

ただし、使用者自らが自動車の整備そのものを実施することは稀

⇒ 使用者は、自動車整備工場に自動車を持っていき、整備を行ってもらうことにより、責任を果たしている。

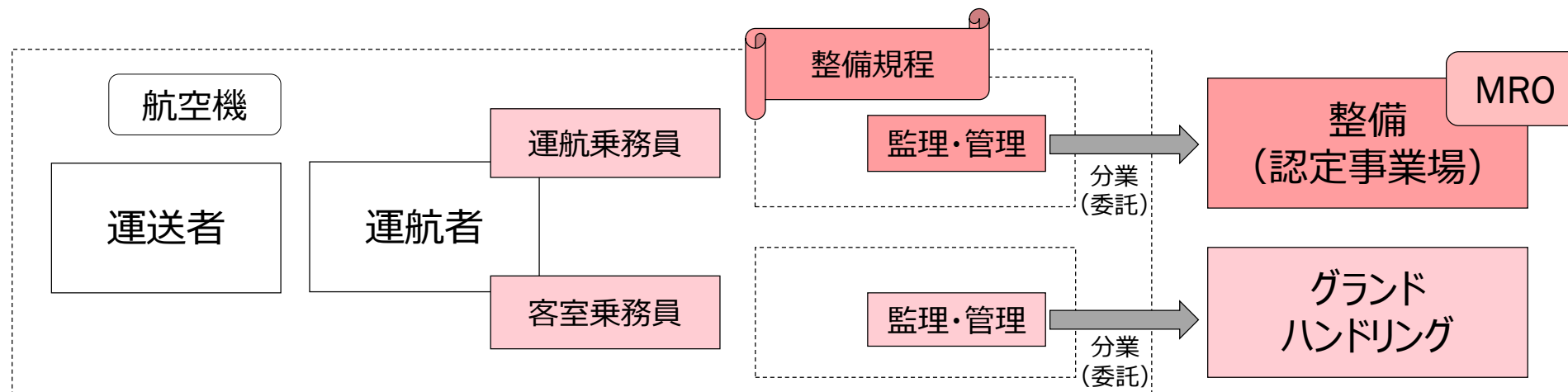
認定事業場は、自動車という自動車整備工場

では、航空運送事業者は、使用する航空機について認定事業場にすべてお任せでよい？



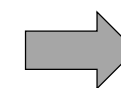
No

航空運送事業者は整備規程に基づき、しっかりと監理・管理をする必要がある。



Airlineの世界においても、1990年代から自動車整備工場のような役割を担う会社が台頭

- Airlineの整備部門が他のAirlineの航空機整備を担うようになった。
- メーカー(OEM : Original Equipment Manufacturer)が整備も担うようになった。
- 最初から MRO 企業として創業する会社が出てきた。



MROビジネス  
の発展

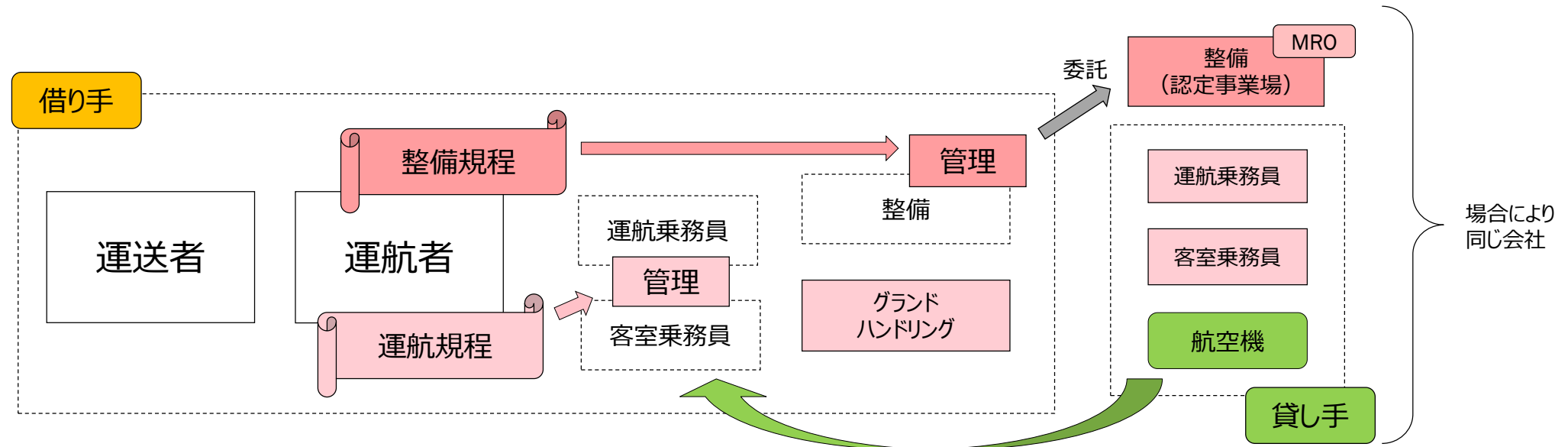
## 平成10年5月29日 旧運輸省 航空審議会（諮問第26号）航空安全規制のあり方について【抜粋】

### 2. 航空運送事業の事業形態の変化等への対応

#### (1) 外部資源の活用に対する安全規制

##### (i) ウェットリース及び運航委託

我が国航空会社間のウェットリースにおいては、航空機及び乗員は借り手側の事業者の支配下におかれ、借り手側の運航規程及び整備規程を適用して運航が行われるため、安全管理責任は免許会社である借り手側が負うこととなっている。





## 平成10年5月29日 旧運輸省 航空審議会（諮問第26号）航空安全規制のあり方について【抜粋】

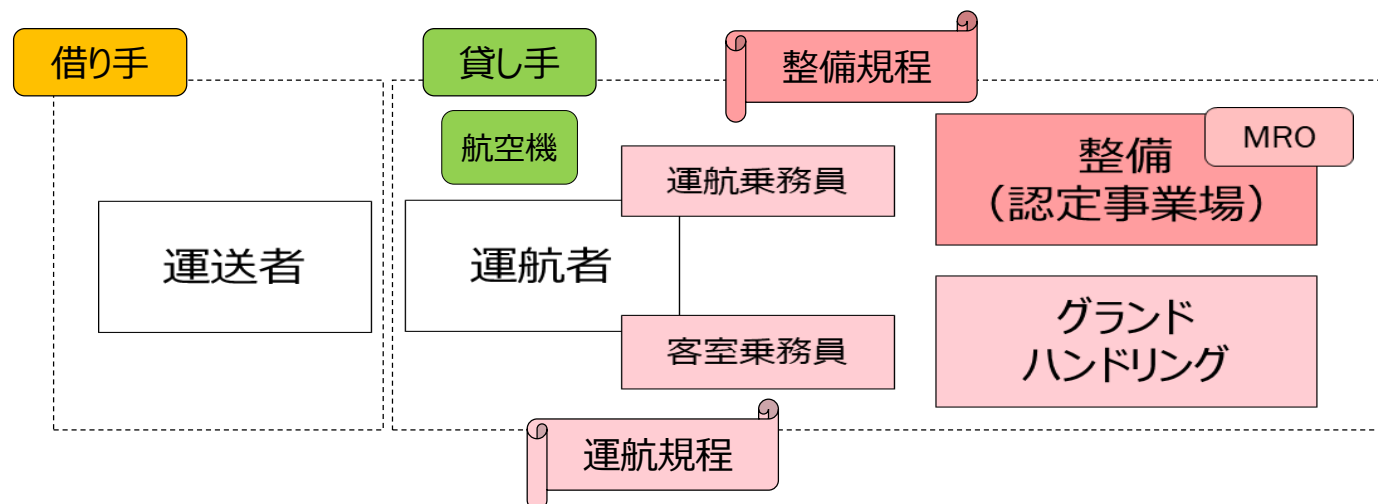
### 2. 航空運送事業の事業形態の変化等への対応

#### (1) 外部資源の活用に対する安全規制

##### (i) ウェットリース及び運航委託

しかしながら、現在行われているウェットリースの中には、ある航空会社の航空機及び乗員を使用した一連の路線のうちの一部のみを他の航空会社の便として運航するように、**実態として貸し手側の航空会社が運航を管理していると考えられる場合がある。**

現状では、当該路線の免許を受けた航空会社ではない貸し手側の航空会社に対しては、免許を受けた航空会社である借り手側を通じ間接的な監督を行っているが、今後我が国の航空会社間のウェットリースを広く認めるとした場合、実態として運航を管理している貸し手側の航空会社の運航及び整備体制についても、運航の安全を確保する観点から直接国が監督を行う必要があり、このための法的な規制の整備を検討すべきである。



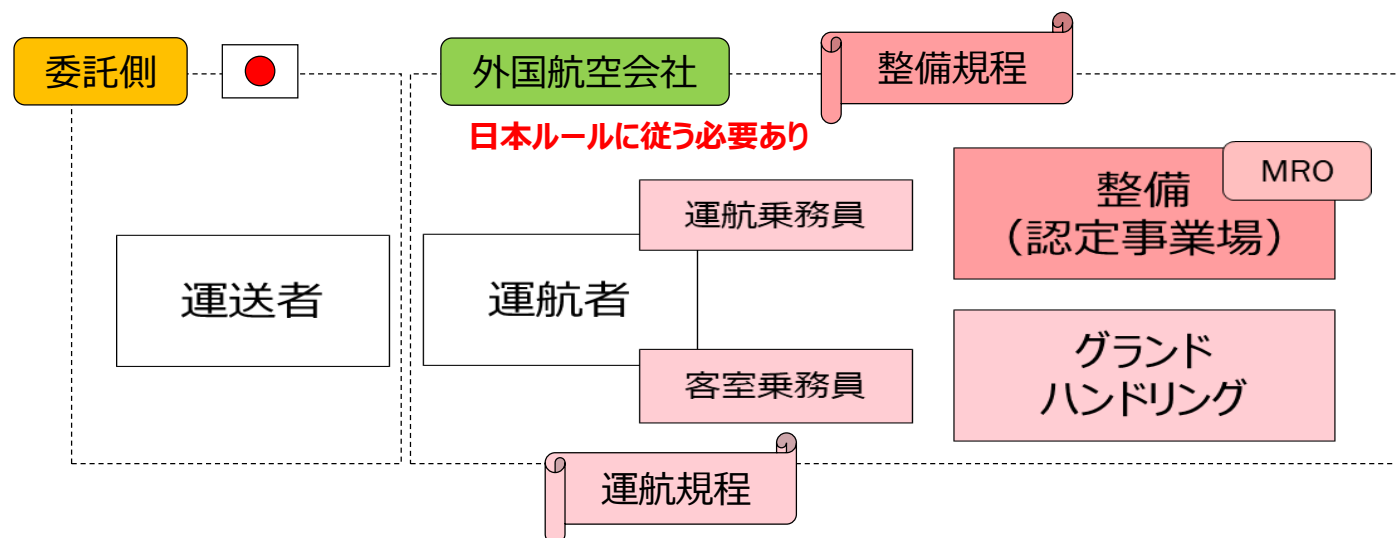
## 平成10年5月29日 旧運輸省 航空審議会（諮問第26号）航空安全規制のあり方について【抜粋】

### 2. 航空運送事業の事業形態の変化等への対応

#### (1) 外部資源の活用に対する安全規制

##### (i) ウェットリース及び運航委託

また、国際線における外国航空会社への運航委託に関しては、実態として運航を管理している委託先の外国航空会社については、国際民間航空条約上、原則として当該航空会社が所属する国が安全に関する監督責任を有することとされている。このため、現在運航委託を認めるにあたっては、委託側である我が国の航空会社の委託管理が確実に実施される体制が整っていることを確認しているが、今後運航委託を広く認めるとした場合には、委託先の外国航空会社は、航空事業に関し我が国と同等又はそれ以上の安全に係る制度を有し、かつその運用を行っている国の免許を受けた航空会社に限定することが適当である。





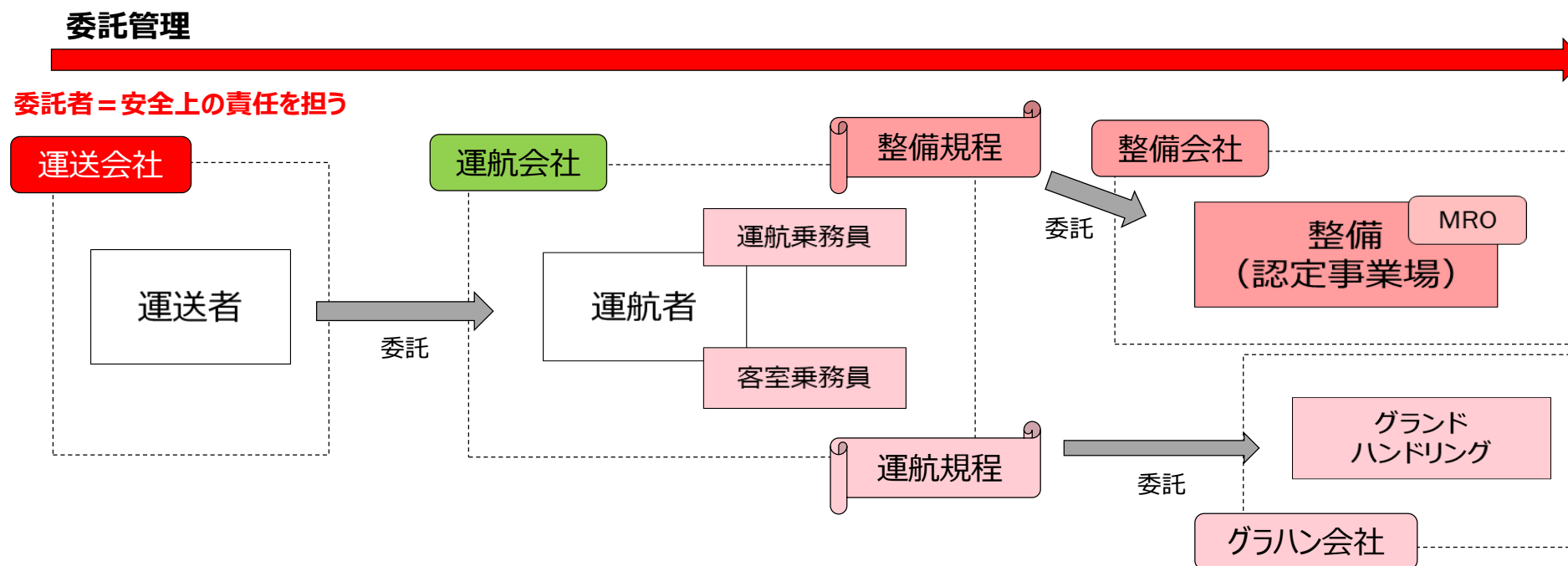
平成10年5月29日 旧運輸省 航空審議会 （諮問第26号） 航空安全規制のあり方について【抜粋】

## 2. 航空運送事業の事業形態の変化等への対応

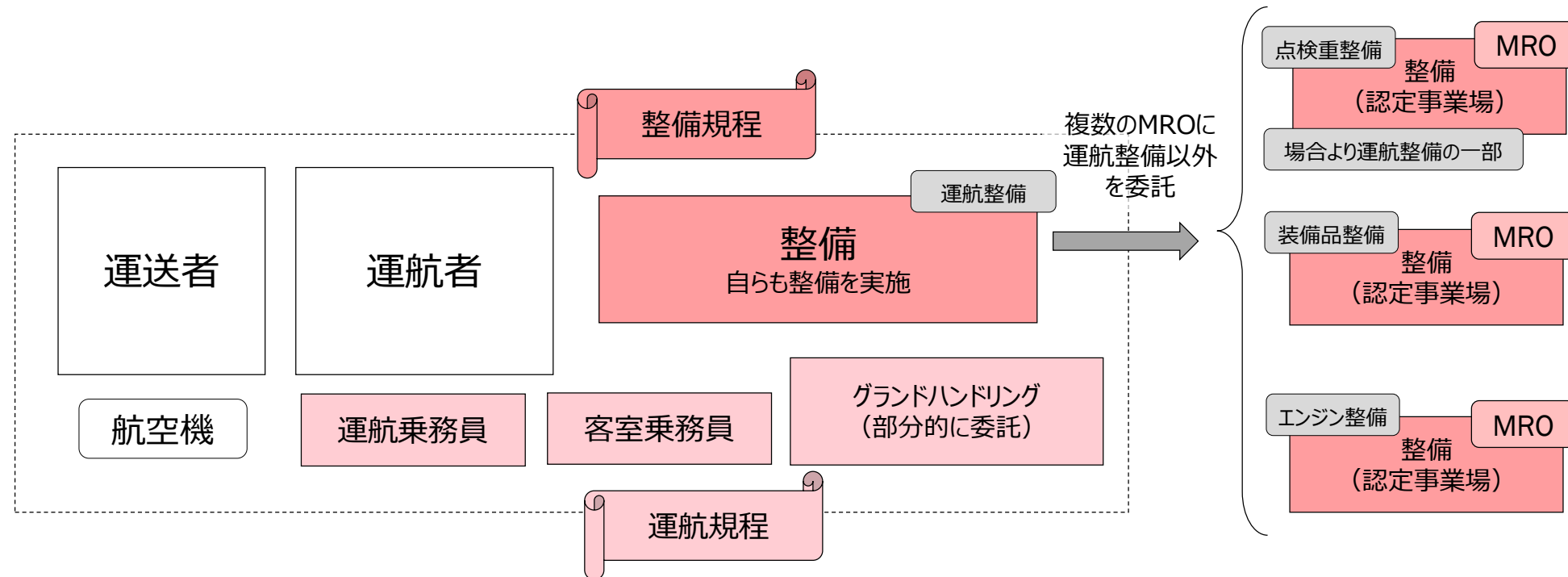
## (1) 外部資源の活用に対する安全規制

## (ii)整備等の委託

従来から航空機等の整備作業、乗員の訓練等を委託することが行われてきているが、外部資源を大幅に活用することを前提としている新規航空会社の参入が計画されているなど、今後更に拡大することが予想される。これらの業務の委託は欧米等でも一定の条件の下に認められており、今後も従来と同様に、最終的な安全上の責任は委託者にあることを踏まえ、委託先が適切な能力を有していること、委託者による委託管理が適切に行われること等を前提として業務の委託を認めていくことが適当である。



本邦航空会社では、運航整備は自営（場合により、支店整備等、一部は委託）し、点検重整備、装備品整備、エンジン整備は外部MROに委託するという形態が典型的な事業形態イメージとなっている。



LCCの登場等、時代とともにAirlineの事業形態は複雑になってきているが、どのような事業形態であっても、航空法の整理としては、運送者 = Airlineが安全上の責任を負っている必要がある。

1. Introduction

2. AirlineとMRO

**3. 時代的背景**

4. 航空機整備

5. MROの現状

6. 航空機の変遷

7. 今後のMRO

# 国際民間航空輸送の歩みとMROビジネス発展の背景



JAPAN AIRLINES

1940年代～1950年代

世界の動き

1944年(昭和19年)11月：Chicago Convention

- ・52か国が国際民間航空輸送についての取り決めをすべく参加
- ・自由主義的な考え方と保護主義的な考え方が対立
- ・結果、「Multilateral Air Service Agreement = 多国間での協定」までは至らなかったものの、「Bilateral Air Service Agreement = 二国間での協定」の交渉を行うためのFrameworkの確立には成功

1945年(昭和20年)：国際航空運送協会（IATA）設立

1947年(昭和22年)：国際民間航空機関（ICAO）設立

日本



日本には、昭和のはじめから定期航空輸送事業の動きがあり、終戦当時には国内主要都市を結ぶ路線、樺太やバンコクといった国際線、日本軍占領地域を結ぶ路線網が存在  
しかしながら、第二次世界大戦後、日本では航空機に関わる一切の活動が禁止

戦後の航空運送は海外Airlineによる日本乗り入れで開始

国内航空運送については、連合国軍総司令部(GHQ)が1社のみに日本側の経営権を認める方針

その後、

- ・国内航空の独占権という公益的利権が一部の特殊グループに専有されることは公正を欠く

- ・巨額の資本を要する航空事業の基礎づくりには、広く経済界の支援が必要といった観点での議論を経て、

**昭和26年(1951年)8月1日：日本航空株式会社（旧日航）設立**

当初は運航業務をノースウェスト航空に包括的全面委託

世界の航空情勢は戦前と一変し、民間国際航空の国際的制度が整備される中、日本においても航空会社が設立  
ただし、運航業務自体は米国の航空会社に包括的に全面委託されていた。

# 国際民間航空輸送の歩みとMROビジネス発展の背景



JAPAN AIRLINES

1950年代～1970年代前半

日本



整備

世界の動き

初期の二国間協定は制限が多かった

- ・各国政府がAirlineを指定
- ・輸送量・運賃は厳しく管理
- ・お互いの国のAirlineの公正かつ平等な扱いが原則

**各国内においても政府/当局は自国のAirlineを規制**

- ・マーケットへの新規参入
- ・運賃競争の管理

昭和27年(1952年)4月28日：サンフランシスコ平和条約  
民間航空に関わる占領下の諸制限が解除  
⇒ 国際線就航/**自主運航へ**

昭和27年(1952年)8月：日米航空協定調印  
民間航空再建の柱とした航空事業運営の基本構想  
国内線：全国を2ブロック程度に分け、各ブロックに1社程度を認めて育成を図る  
⇒ 日本ヘリコプター輸送(後の全日空)、極東航空による運営  
国際線：外国企業との対抗上1社、政府出資での資金調達  
⇒ 国際競争に耐える強力な新会社を再編  
昭和28年(1953年)8月1日：「日本航空株式会社法」公布施行  
**昭和28年(1953年)10月1日：新会社としての日本航空設立**

国際線の運営

- ・競争は厳しく、赤字続き
- ・やっと黒字化したところ、欧米はジェット化、プロペラ機で対抗せざるを得ず、再び赤字
- ・昭和40年代(1960年代後半)になり、不況時には赤字となりつつも、国際マーケットで競合と競争できる状況に

昭和45～47年(1970～72年)：45/47体制 = **産業保護政策**  
日本航空：国際線と国内幹線  
全日空：国内幹線とローカル線、国際近距離チャーター線  
東亜国内航空：国内ローカル線

自主運航における安全運航体制の確立のため  
日本航空と外国資本の出資  
**昭和27年(1952年)7月1日**  
**日航整備株式会社設立**

**昭和38年(1963年)10月1日**  
**日航整備株式会社と合併**

航空会社を経営していくためには、大規模な設備や体制を維持していく必要があり、経済的に成立させ続けることは容易ではない。  
⇒当初は各国で産業保護政策がとられていた。

# 国際民間航空輸送の歩みとMROビジネス発展の背景



JAPAN AIRLINES

## 1970年代後半～

欧米では、航空業界の発展とともに、1970年代後半から自由化の動き

- ・マーケットへの参入と撤退を容易に
- ・より柔軟な運賃設定
- ・商品の差別化を促進

米国国内、欧州域内、そして北大西洋が自由化をリードしていった。

- ・米国国内：1978年から1985年に段階的に実施
  - ・欧州域内：1987年から1997年に段階的に実施
  - ・北大西洋：米国とヨーロッパ諸国間の一連の二国間交渉を通じて自由化
- その後、だんだんと自由化の動きが世界へと広がり、現在に至る

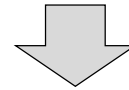
日本の経済成長とともに日本の航空産業は大きく成長

欧米における自由化の動き

昭和60年(1985年)：45/47体制の廃止

**昭和62年(1987年)11月：「日本航空株式会社法」廃止 完全民営化**

## 1990年代～



競争の時代へ

経済的側面も、MROの発展には大きく影響

安全を基礎としつつ、経済性と高品質の両面を  
成立させることがMROビジネスのポイント

**既存Airline**：コスト効率向上のため、整備内容の取捨選択・外注化

**Airline Businessへの新規参入者**：大きな投資が必要となる整備体制の構築は外注したいというニーズ  
(大きな整備体制を持たないLCCのようなAirlineも登場)



**既存Airline**：すでに構築している整備体制を活用し、他Airlineからの仕事を受託する動き

**メーカー**：航空機整備分野にも進出

**新規**：MRO企業の創業

1. Introduction

2. AirlineとMRO

3. 時代的背景

**4. 航空機整備**

5. MROの現状

6. 航空機の変遷

7. 今後のMRO

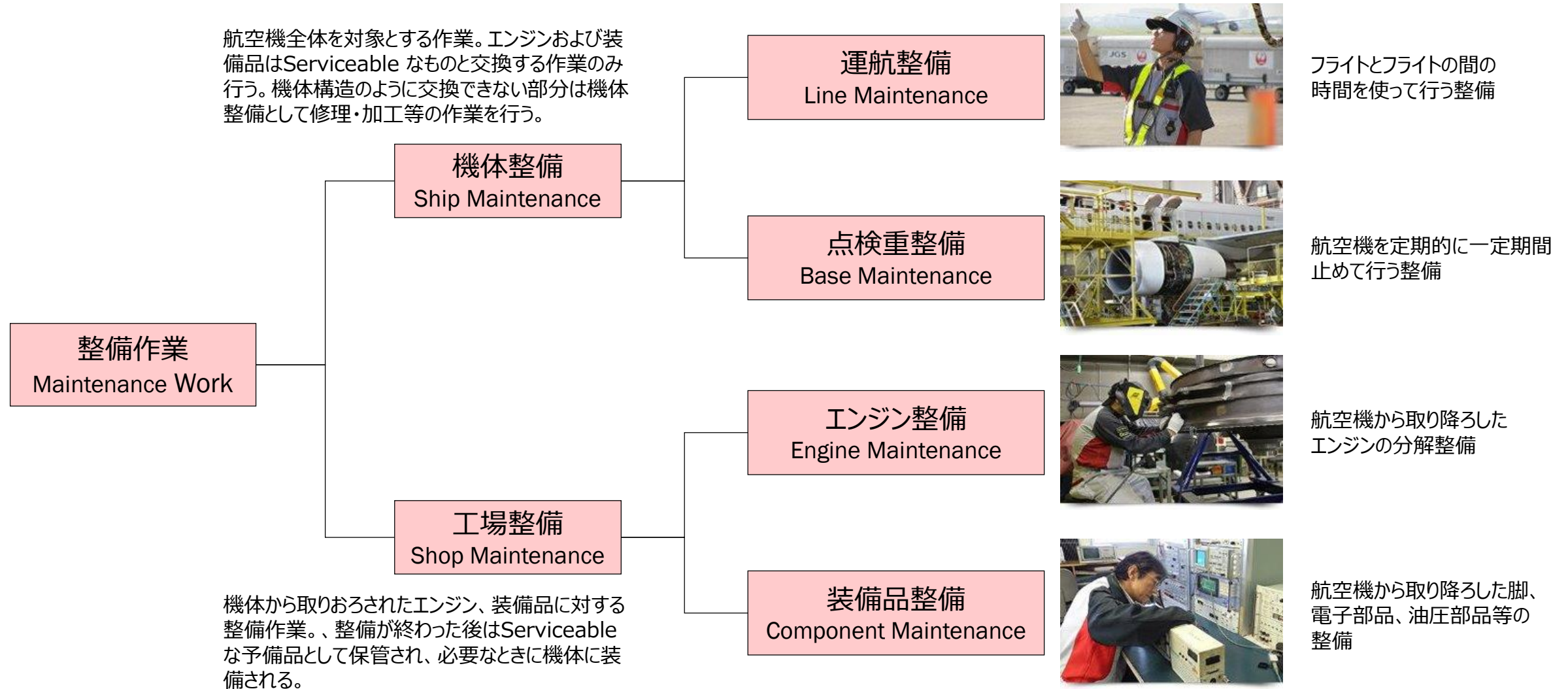


# 航空機整備とは？ 整備作業



JAPAN AIRLINES

整備する対象物や実施タイミングにより、整備作業を分類すると以下の通り。



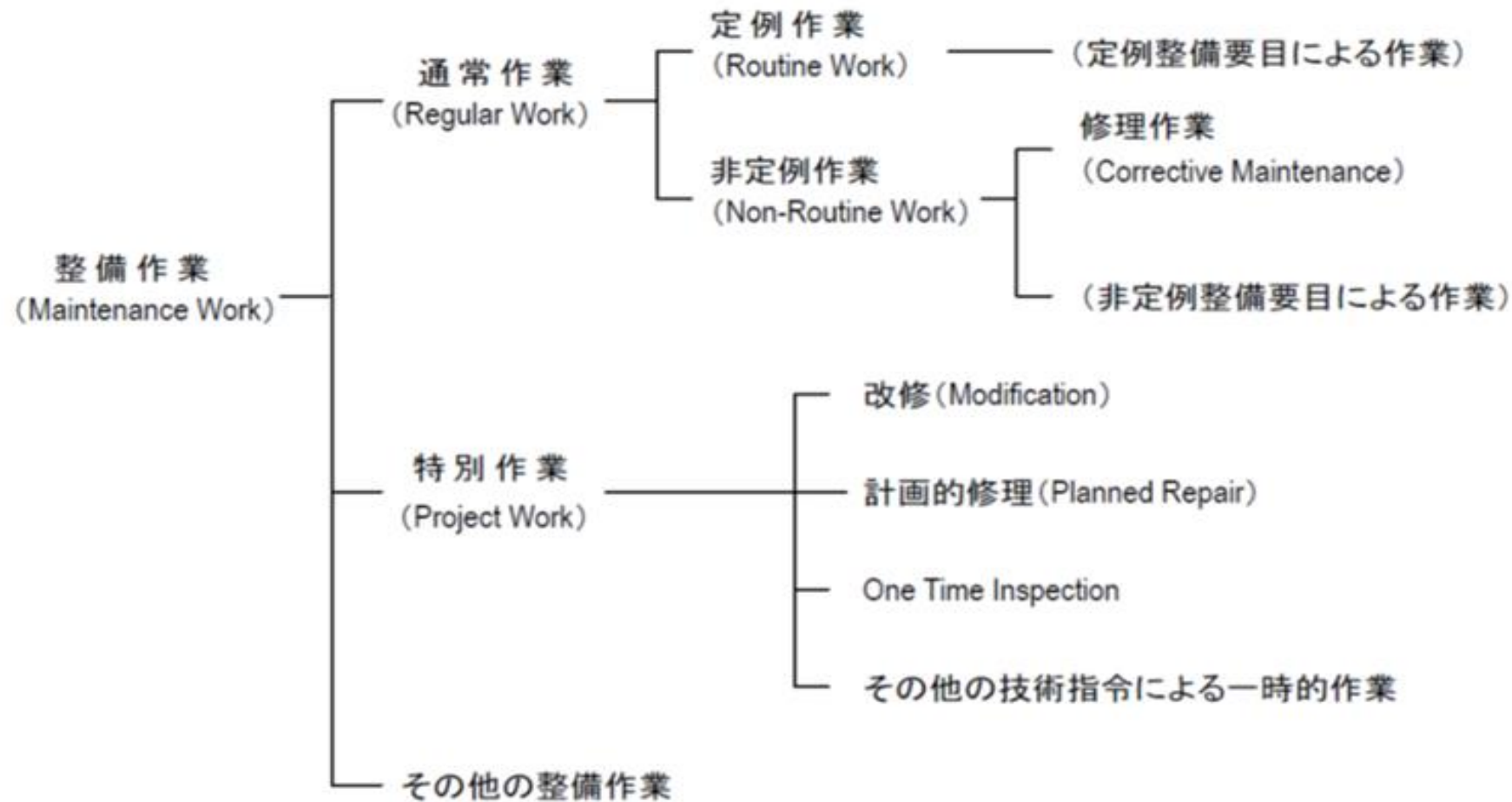


# 航空機整備とは？ 整備作業



JAPAN AIRLINES

(参考) 整備作業の内容により、整備作業を分類すると以下の通り。



# 航空機整備とは？ 整備に必要な資源



JAPAN AIRLINES

航空機を整備するためには、以下の4つの資源（いわゆる4M）が必要

Man

整備士

実際の整備経験を積み、決められた教育・訓練を受けることで付与される資格・グレードに応じて、実施・確認できる作業が決まっている。⇒ 資格管理が必要

Machine

施設・設備・ツール

使用できる施設・設備・ツールのSpec.が決められており、当該Spec.と実物が同等であることを確認し、Traceabilityが確認できるように管理しておく必要がある。

Material

装備品・部品

複雑な装備品から単純なボルトやピンに至るまで様々な部品が存在するが、すべてメーカーにより定められたものを使用する必要がある。Traceabilityが確認できるように管理しておく必要がある。

Method

Manual、作業指示書、等で示される整備作業のやり方・方法

定例的な作業の実施方法についてはManualとしてメーカーから提供されるが、修理等、非定例的な作業については、メーカーの技術サポートとして個別に実施方法が示される。

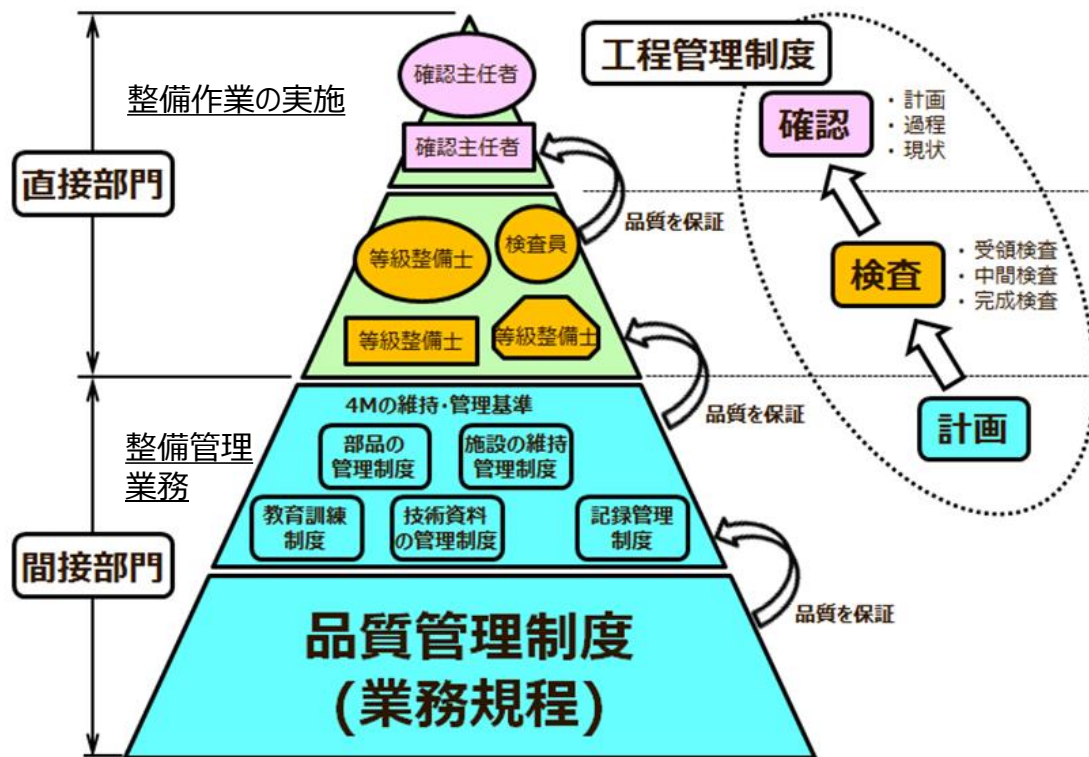
# 航空機整備とは？ 整備管理業務



JAPAN AIRLINES

直接部門において適切に整備作業が実施されるようにすべく、航空機の使用状況に応じて作業の実施時期や具体的な作業内容を決めたり、作業者に資格を付与して実施できる作業を限定したり、作業を実施するために必要なリソース（4M：Man, Method, Machine, Material）を準備・管理したり、といった管理業務を間接部門が実施している。

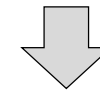
航空機整備においては、ベースに品質管理制度があり、航空機および装備品の品質を保証するために、直接部門だけでなく間接部門がかかわる**管理業務についても品質管理制度に従って実施している。**



**品質保証**：品質を保証するための“仕組み”

**品質管理**：品質保証の仕組みに従って常に一定の品質を維持するための“活動”

品質管理業務



整備管理業務には、品質管理業務の他に、**技術管理、生産管理、部品管理、訓練管理**といった業務があるが、これらの業務も品質管理制度に従って実施している。

**技術管理**：整備計画の基礎となる整備要目や整備作業の基準・手順の設定、およびそれらを設定しているManualの管理

**生産管理**：将来発生する整備の作業量(負荷)を予測し、その負荷を、認定の範囲・場所・時期などを勘案し、どのようにこなすのか(処理)を計画

**部品管理**：必要となる部品の数を予測・調達・配備するとともに、資産としても管理

**訓練管理**：整備士の養成に必要な訓練の設定・管理・実施

1. Introduction

2. AirlineとMRO

3. 時代的背景

4. 航空機整備

**5. MROの現状**

6. 航空機の変遷

7. 今後のMRO

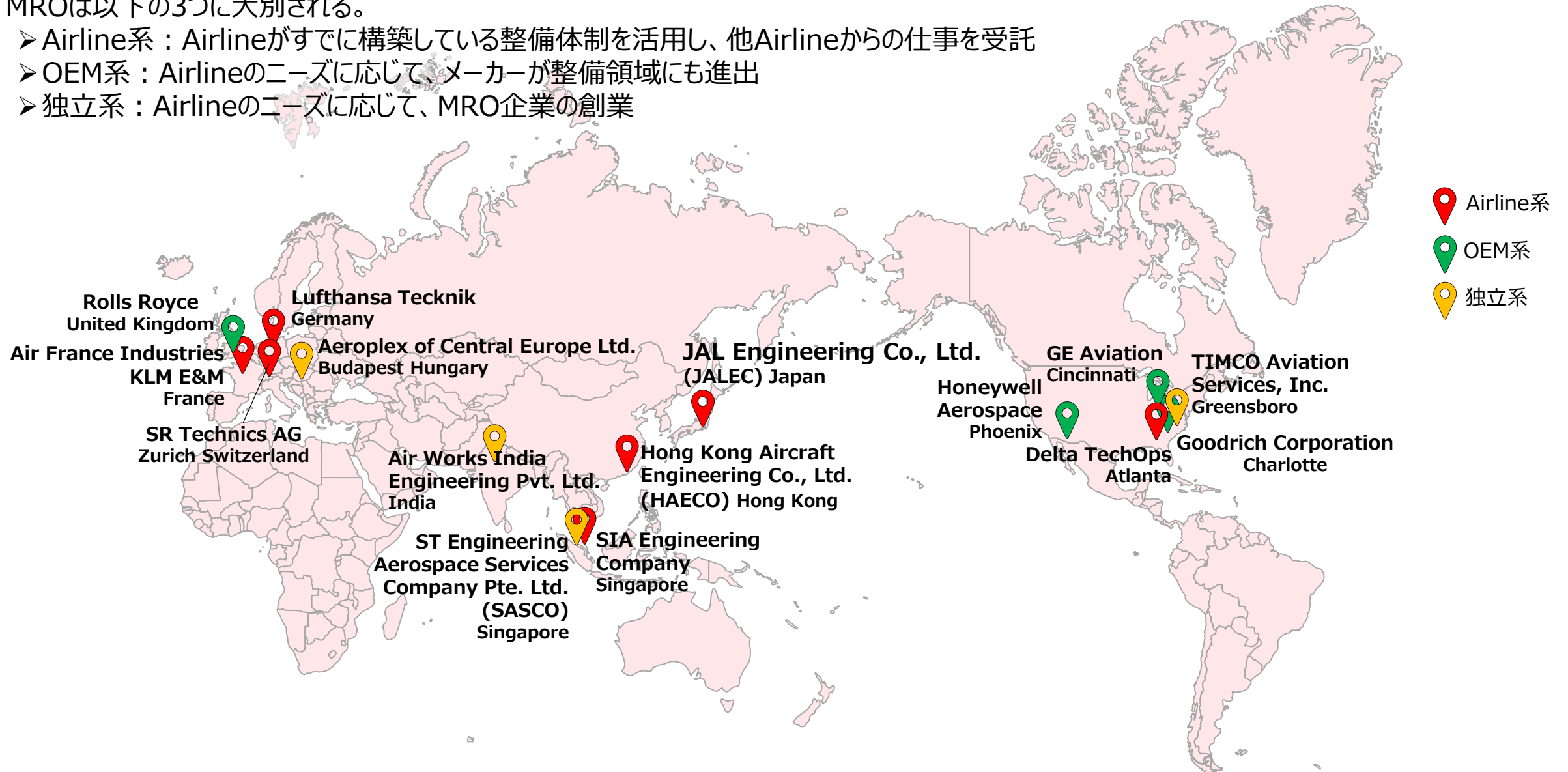
# MROの現状



JAPAN AIRLINES

MROは以下の3つに大別される。

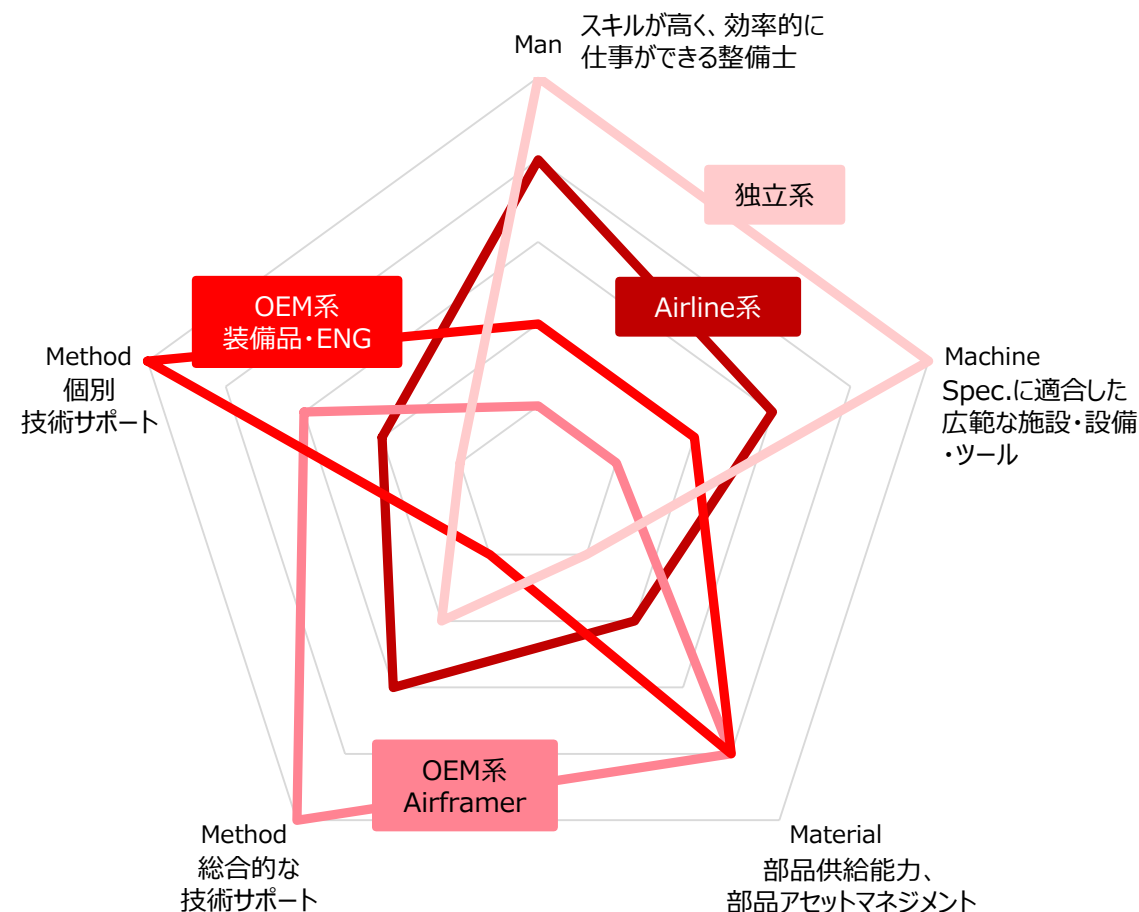
- Airline系：Airlineがすでに構築している整備体制を活用し、他Airlineからの仕事を受託
- OEM系：Airlineのニーズに応じて、メーカーが整備領域にも進出
- 独立系：Airlineのニーズに応じて、MRO企業の創業



MROは、その成り立ちにより、得意とする分野・領域に以下のような傾向・特徴がある。  
⇒ それぞれの得意分野を活かし、不得意分野を補うために、合併や提携等を行いつつ、協力関係・競合関係を構築している。

- Airline系  
実際の運航経験や整備領域の幅広さに強みがあるが、自社でオペレーションしている機種や自社で整備する品目により得意分野が異なる。
- OEM系  
Airframer系と装備品・エンジンOEM系に分かれる。
  - ✓ Airframer  
総合的な技術サポートが強みだが、個別装備品・エンジンの修理・製造は基本的には委託のため、修理は得意としていない。
  - ✓ 装備品・エンジンOEM  
個別の装備品・エンジンに関する部品供給・修理・技術サポートは強みだが、総合的な技術サポートは得意とはしていない。
- 独立系  
修理は得意とするものの、部品をOEMから購入するしかなく、OEMに対抗できる差別化要素が求められる。

MROの得意分野イメージ





MROは、それぞれの得意分野を活かし、不得意分野を補うために、合併や提携等を行いつつ、協力関係・競合関係を構築している。

➤ Airline系

先進国における高い人件費、OEMによる囲い込み、高い固定費比率によるリスク、等の弱みを補うべく、整備領域全体を俯瞰して全体管理できる強み、自社基地を拠点とした属地性・バックアップ体制、自らの整備能力・経験を活かし、他MROとの協業や規模のメリットを享受しながら、品質とコストのバランスを追求

➤ OEM系

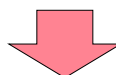
Airframer系：総合的な技術サポートやOEMとしての部品供給能力を強みに、装備品整備分野で複数MROを束ねた全体管理を志向

装備品・エンジンOEM系：個別の装備品・エンジンに関する部品供給・修理・技術サポートを強みに、総合力をもつAirline系・独立系MROや、装備品整備分野ではAirframer系MROと協業

➤ 独立系

(特にアジア地区において)比較的低い人件費単価を強みとして、点検重整備を主とした事業形態で成長

人件費を競争力の源泉とするビジネスモデルは持続的ではなく、また、部品供給能力での弱みを補うべく、OEM系MROとの協業によるエンジン・装備品領域への展開やアンカーカスタマーとの関係強化（資本提携等）を志向



## EUROPE

巨大Airline系MROが活躍

- EASA下でAirline系のメガMROが複数存在
- 装備品領域の自社整備・供給能力を活用し、巨大化
- 新機種 of 修理ライセンスはOEMとの提携により獲得

航空産業の広い裾野をベースに合従連衡

## AMERICA

- フルコストキャリアはAirlineとしての能力を活かし、FAA下での自社整備を活用
- Aviation Industryの裾野が広く、Airline系、OEM系、独立系が合従連衡

低い人件費をベースに発展、次ステージへの模索

## ASIA

- 重整備をメインにした事業形態から、装備品MROへ展開
- 領域ごとにOEMとJVを設立し、修理を実施

# MROの現状



JAPAN AIRLINES

## EUROPE

- EASA下でAirline系のメガMROが複数存在
- 装備品領域の自社整備・供給能力を活用し、巨大化
- 新機種の修理ライセンスはOEMとの提携により獲得

- Airline系
- OEM系
- 独立系



## AMERICA

- フルコストキャリアはAirlineとしての能力を活かし、FAA下での自社整備を活用
- Aviation Industryの裾野が広く、Airline系、OEM系、独立系が合従連衡

## ASIA

- 重整備をメインにした事業形態から、エンジン・装備品領域へ展開
- 領域ごとにOEMとJVを設立し、修理を実施



## Airline収入の変動と、整備における費用の流動化の関係

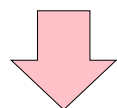
Airlineは、旅客・貨物を運んで運賃をいただく ⇒ 収入はお客さま一人あたり、貨物単位重量あたりで変動する。  
便を飛ばしても、お客さまが乗っていなければ収入は稼げない。

一方で、整備に関する費用は、人件費や施設・設備費等の固定費に加えて、

- 運航整備 ⇒ 1便ごと
- 点検重整備 ⇒ 重整備1回ごと
- エンジン整備 ⇒ エンジン整備1台ごと
- 装備品整備 ⇒ 各装備品整備1台ごと

というように作業実施のタイミングで、材料費や外注費が発生する。

⇒ Airlineの収入（旅客数や貨物搭載量）に対して完全に変動費化できる費用はない。ある意味、ほぼすべて固定費



少なくとも飛ばさない場合に費用がでないようにする（＝便あたり、もしくはFlight Hourあたりで変動費化することや、固定費を最小にすることが整備としては重要

⇒ Airlineと共存していくためには、MROにおいても便あたり、もしくはFlight Hourあたりでの変動費化や固定費の最小化といったことは重要な要素となる。

MROの課金スキームには大きく以下の3つがある。

MROにとって、固定費保有リスクを課金スキームによっていかに軽減できるかがポイント  
Airlineにとっては、PBHは魅力的に見えるが、一方で、囲い込まれリスク、最低料金の完全固定化（TMであれば、取り卸し時期のコントロールによる変動要素を残せる）等のデメリットもある。

## ①Time & Material (TM)

- 契約ではLabor単価とMarkup率を決めておき、工数（作業量）と使用した部品・資材にその単価とMarkup率をかけて料金とするスキーム
- TM契約は、点検重整備、エンジン整備、装備品整備で採用されているが、特に点検重整備はTM契約が多い。
- 作業量が大きく変動するような場合でも単価を明確にして契約できる一方で、受注者側の効率化意識が低くなりやすいスキームのため、都度、作業内容の管理が必要
- 基本的には、作業が発生しなければ料金は発生しない。  
（作業に対して変動制）

## ②Power by the Hour (PBH) ⇒ 右の概念図参照

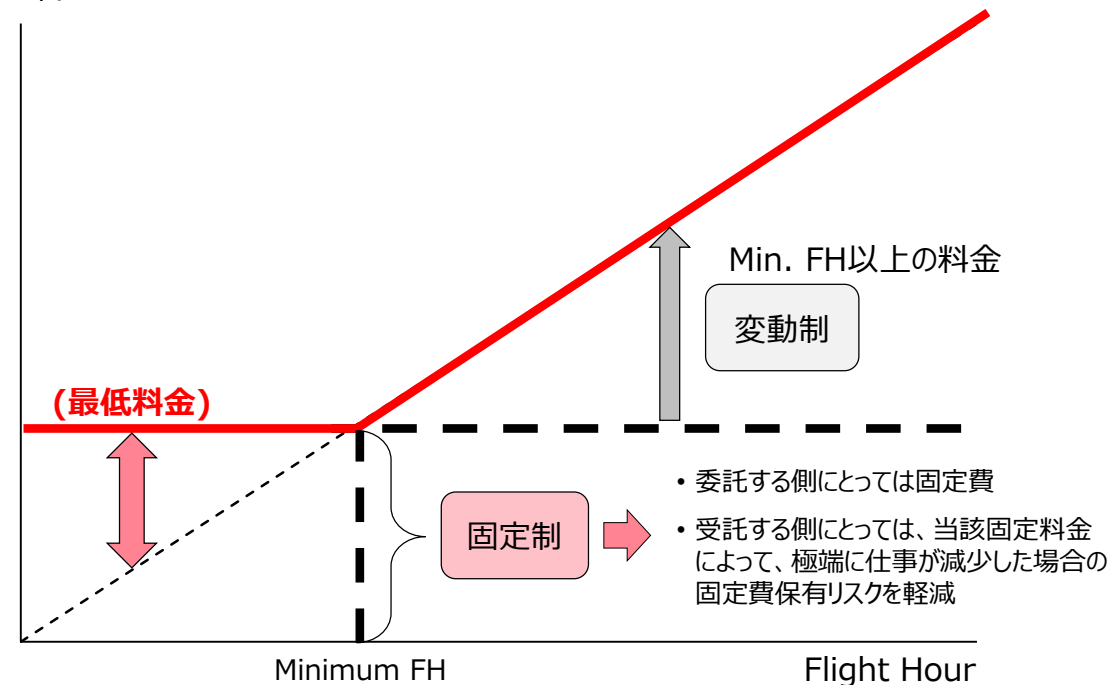
- 契約でFlight Hour（FH）あたり単価を決めておき、FHにその単価をかけて料金とするスキーム
- PBH契約は、エンジン整備、装備品整備で多く採用されている。
- FHに応じた課金となるため、基本的には飛行機が飛ばなければ料金は発生しない（FHに対して変動制）が、最低料金が設定されている場合があり、その場合は飛行機が全く飛ばなくても固定料金が発生する。

## ③便（Flight Cycle）あたり契約

- 契約で便あたり単価を決めておき、便数にその単価をかけて料金とするスキーム
- 主として、運航整備が便あたり契約となっている。
- 便数に応じた課金となるため、基本的には飛行機が飛ばなければ料金は発生しない（便数に対して変動制）が、決められた内容を超えた作業が発生した場合には追加料金がTMスキームで課金される場合が多い。

PBH料金

PBH料金 概念図



# MROの現状 アジア/Airline系MROの例

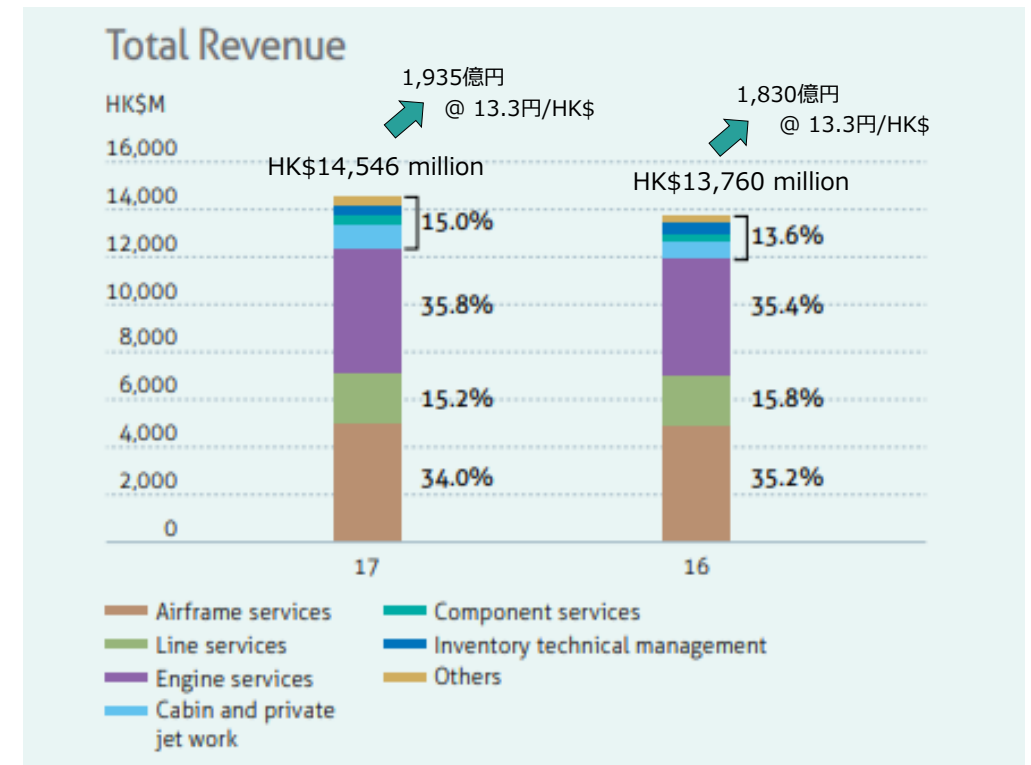
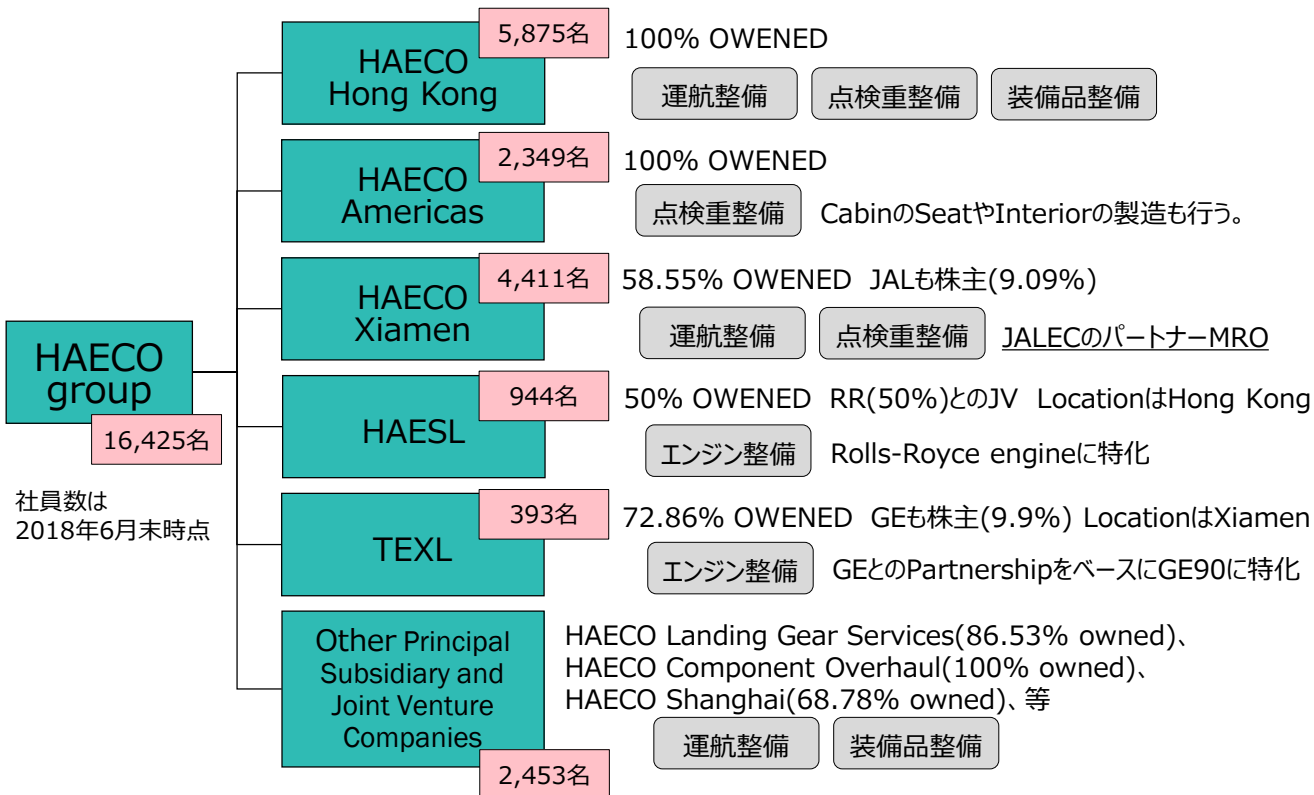
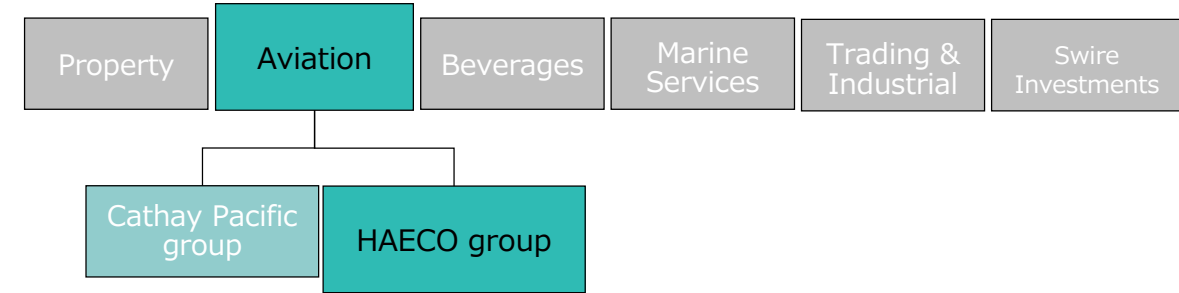
出所：各社ホームページおよびFinancial Report等、公表資料



Hong Kong Aircraft Engineering Co., Ltd.  
<https://www.haeco.com/>

- HAECOはSwire Pacific（中華圏では太古）のグループ企業の一つ  
 Swire Pacificは、150年以上の歴史を持つ香港を拠点とした国際的な企業グループであり、そのAviation部門にはCathay Pacific、Cathay Dragon、air Hong KongといったAirlineがある。
- HAECOの創業は香港で1950年

SWIRE PACIFIC <https://www.swirepacific.com/>



# MROの現状 アジア/独立系MROの例

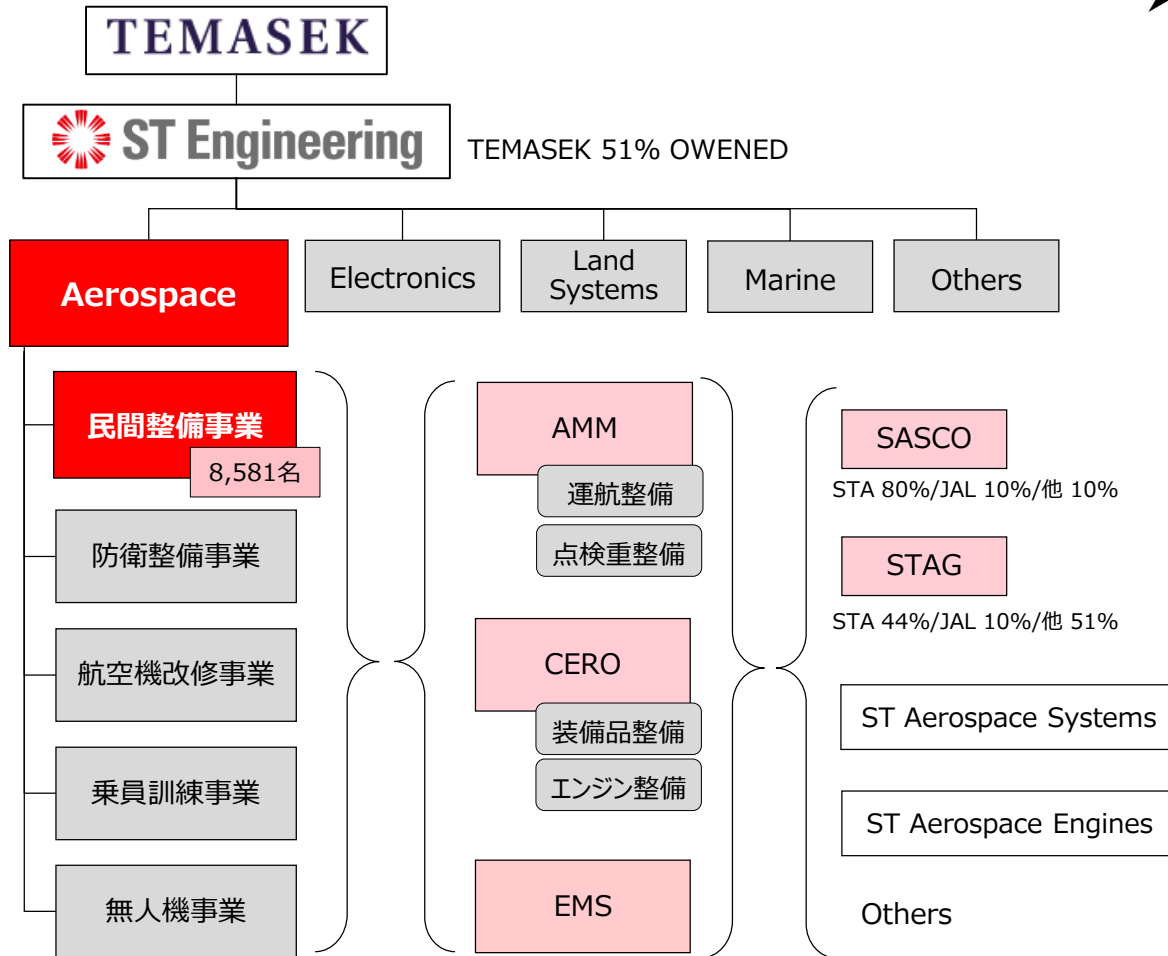
出所：各社ホームページおよびFinancial Report等、公表資料



JAPAN AIRLINES

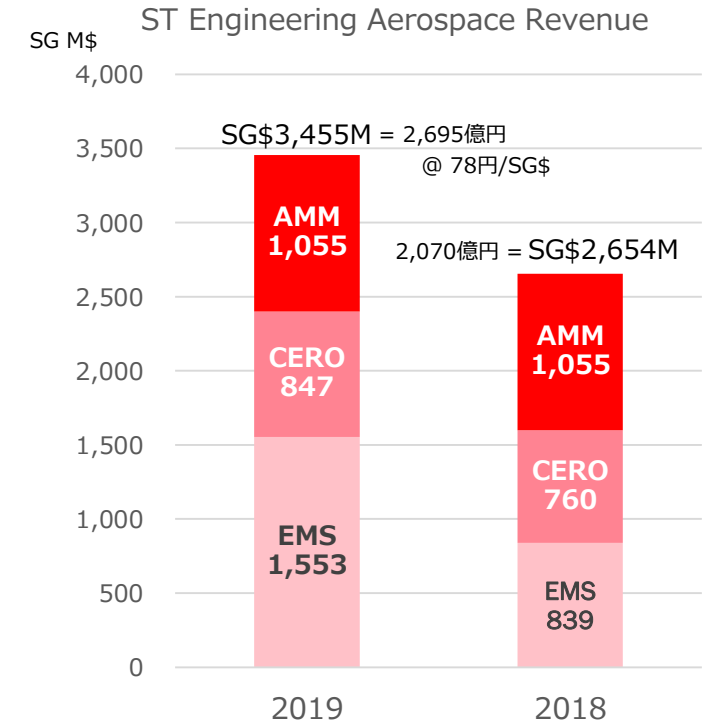
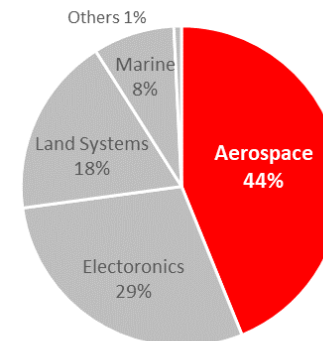


<https://www.stengg.com/en/aerospace/>



- ST Engineering Aerospaceは、ST Engineeringのビジネスセクターの一つ
- 1975年にシンガポールで防衛整備のサービスプロバイダーとして創業し、1990年代にCommercial MRO分野に参入
- 以下の3つを主要なビジネス分野とし、Total Aviation Supportを目指している。
  - AMM : Airframe Maintenance & Modification
  - CERO : Components, Engines Repair & Overhaul
  - EMS : Engineering, Materials & Services

2019 ST Engineering Revenue Share



# MROの現状 ヨーロッパ/Airline系MROの例

出所：各社ホームページおよびFinancial Report等、公表資料



JAPAN AIRLINES



Lufthansa Technik

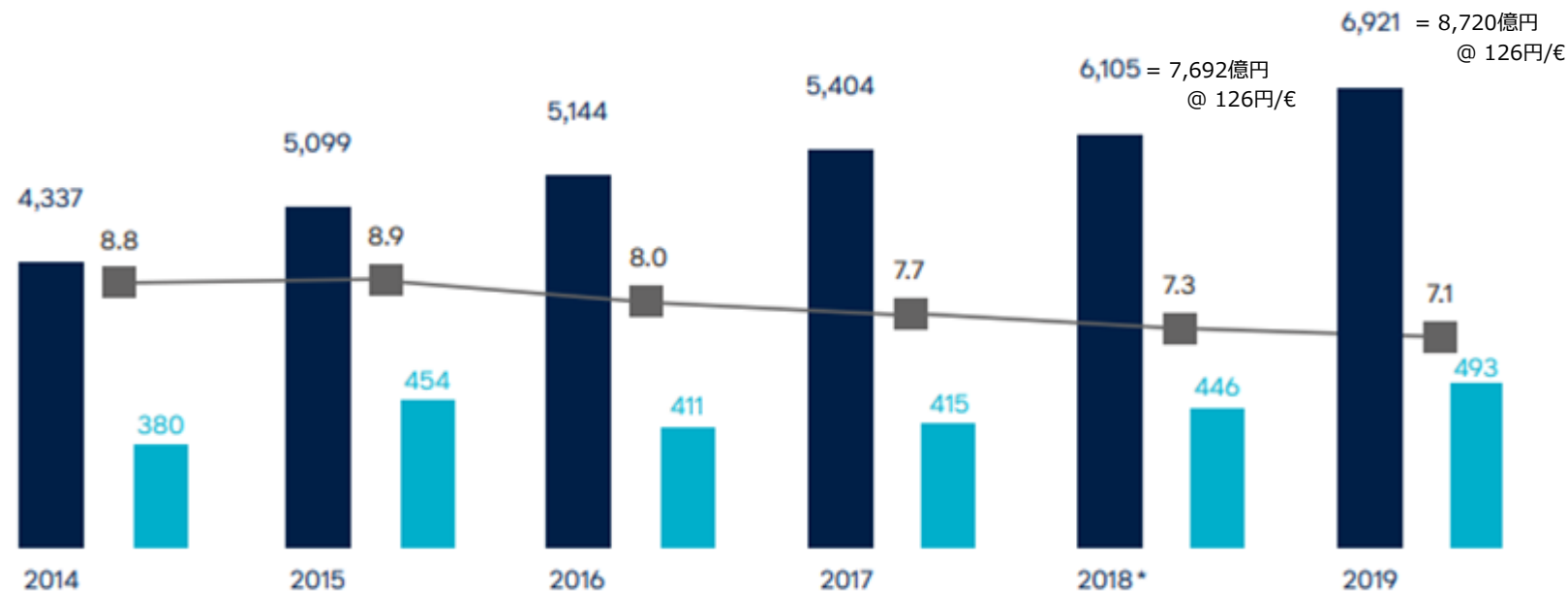
<https://www.lufthansa-technik.com/>



— Revenue  
— Adjusted EBIT  
■ Adjusted EBIT margin

- 1995年に独立会社化
- 従業員数 約**26,000名**
- Maintenance/Design/ProductをTRIPLE COMPETENCEとして打ち出しており、整備以外の領域への展開を開始している。
- 運航整備/点検重整備/エンジン整備/装備品整備の全ての領域を手掛けているが、装備品領域においては、アジア/アメリカにも部品整備拠点を配置し、世界中のマーケットに対応できるように、積極的に事業拡大
- 自社整備能力・規模を活かして、競争力のある価格で包括部品整備・供給サポートを提供している。

Revenue development, Adjusted EBIT in million euros and Adjusted EBIT margin in %





# MROの現状 OEM系MROの例



JAPAN AIRLINES

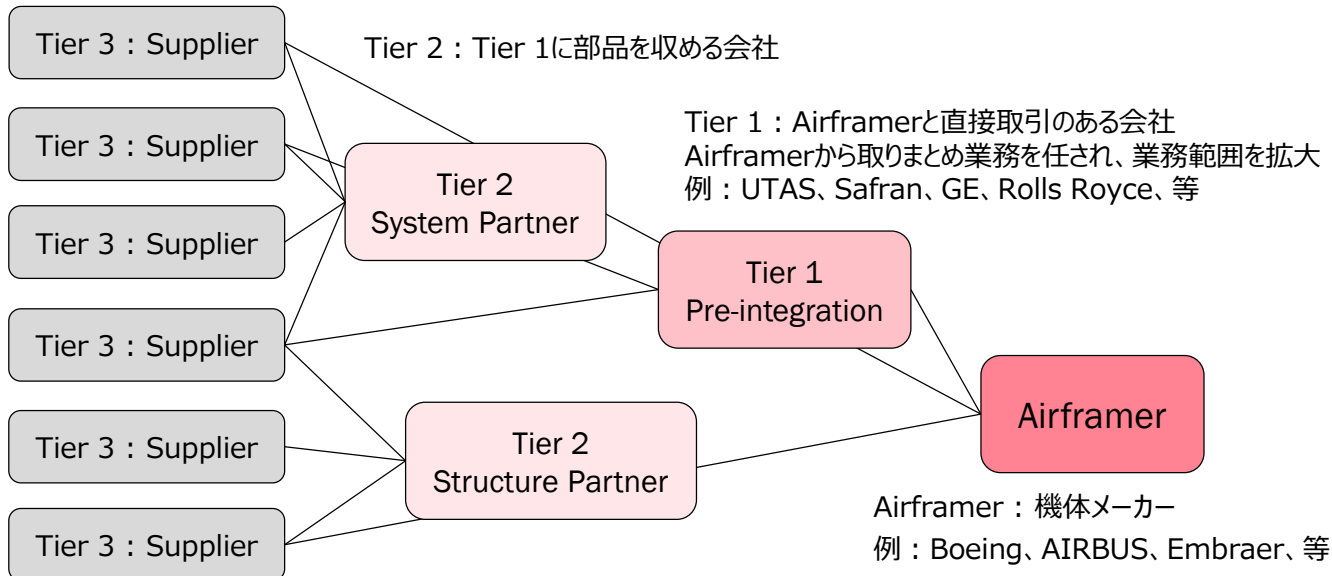
OEMは、Productionにおける優位性を活かし、アフターマーケットでの寡占化を狙う。  
Airframerは、修理マーケットではOEM系MROに一步遅れるも、航空機製造メーカーの知見や強みを活かし、Airline Operationに直結したサービスやコンサイメントサービスにより、巻き返しを図っている。

※ 以下のような記事もあるので、参考までに読んでみてください。

<https://www.flightglobal.com/analysis/analysis-how-mros-respond-to-oem-aftermarket-ambitions/130290.article>

## 航空機/部品製造メーカーのサプライチェーン イメージ

Tier 3 : Tier 2に部品を収める会社



Productionにおいて、Airframerは、設計の高度化・管理コスト削減のため、OEMにインテグレーションを要求し、Tier 1サプライヤーの寡占化が進行

Tier 1サプライヤーのComponent/Engine OEMは、寡占状況を好機として、アフターマーケットを囲い込むことで高い利益率を確保

Airframerは、アフターマーケットで以下のような動向を展開  
部品修理/供給サービス領域に事業を拡大

- ✓ Consumable Partsに関して、コンサイメントサービスを展開  
⇒ 多くのAirlineが活用
- ✓ Rotable Partsに関して、部品整備/供給サービスを提供  
⇒ 自社部品整備能力を保有していないため、比較的価格が高め

航空機製造メーカーの知見を活かした運航支援サービスの拡大

- ✓ Aircraft Health Management (AHM) のようなAirline Operationに直結したサービスを活かし、ACMS等のエアラインデータを活用したビックデータ解析に注力  
⇒ FLT SQデータ等の分析にも活用できるデータプラットフォームを無償で提供し、運航データの囲い込みを狙う。  
⇒ 特にRJ領域では、ワンストップでの支援が運航効率化につながることから、Airframerのサービスが比較的選ばれている。

1. Introduction

2. AirlineとMRO

3. 時代的背景

4. 航空機整備

5. MROの現状

**6. 航空機の変遷**

7. 今後のMRO

## 日本航空の例

1950

1960

DC-3/1951年



DC-6B/1953年



## ジェット化

### ① Early commercial jets ※

DC-8/1960年



DC-4/1951年



DC-7C/1957年



コンベア880/1961年

※AIRBUS社 A Statistical Analysis of Commercial Aviation Accidents 1958-2019 における分類



1970

1980

## ② More integrated auto-flight ※

※AIRBUS社 A Statistical Analysis of Commercial Aviation Accidents 1958-2019 における分類

747-100・200/1970年



747-300/1983年



747-100SUD/1986年



DC-10/1976年



767-200/1985年



767-300/1986年

1990

2000

## ③Glass cockpits & FMS ※

747-400/1990年



MD-11/1993年

737-400/1995年



737-800/2006年

## ④Fly-By-Wire ※

777/1996年



E-JET/2008年

※AIRBUS社 A Statistical Analysis of Commercial Aviation Accidents 1958-2019 における分類

2010

2020

## ④ Fly-By-Wire ※

787/2012年

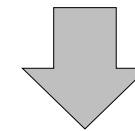


A350/2019年



AIRBUS社における分類ではFly-By-Wireという括りで777等と787/A350を同じ分類としているが、

- ✓ メカニカル部品から、電子制御部品へ
  - ✓ システム統合やDigital化により、航空機から取得できるデータが増加
  - ✓ アルミニウムからコンポジットへ
- といった点で、さらに航空機が進化している。



航空機整備の内容も変化

※AIRBUS社 A Statistical Analysis of Commercial Aviation Accidents 1958-2019 における分類

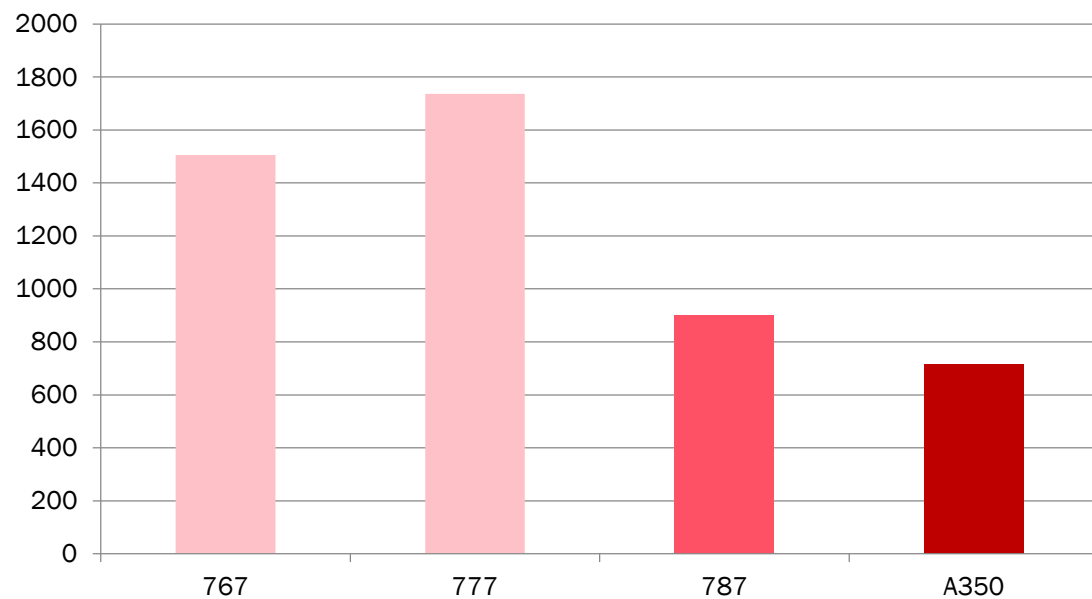
## 整備作業量/内容の変化

767/777と比較して、787/A350では要目数が半減、さらに、そのうちM2レベルの要目の比率が、767/777の50%程度から65%程度と増加している。

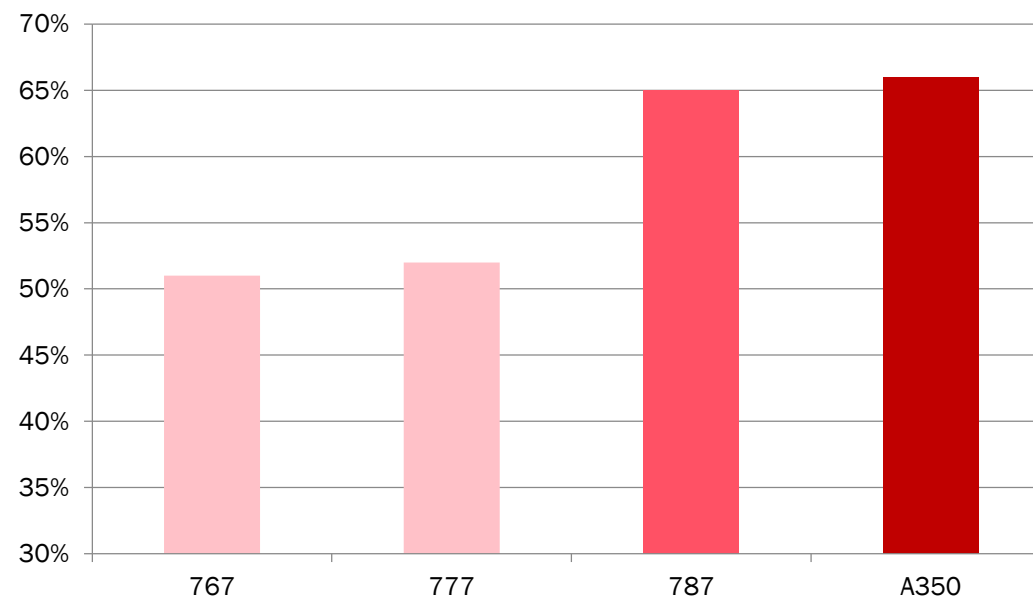
要目：決められた整備間隔で実施しなければならない整備作業

M2：JALECでは、M：初級整備士、M2：2級整備士、M1：1級整備士といった整備士の等級を設定しており、M2は「一般的な」知識・技量を必要とする整備作業までを実施できる資格（詳細 次ページ）

要目数



M2要目比率





(参考) JALECにおける等級整備士



整備従事者	業務範囲
1級整備士	<ul style="list-style-type: none"><li>・メンテナンス・マニュアルに定められている整備作業のうち、<b>高度な知識、技量を要する作業</b></li><li>・耐空性上重要で、検査にあたって高度の知識、技量および経験を要する項目の検査</li><li>・航空機整備委託の領収検査</li><li>・購入、借用または整備委託等を行った部品等の領収検査</li></ul>
2級整備士	<ul style="list-style-type: none"><li>・メンテナンス・マニュアルに定められている整備作業のうち、<b>一般的な知識、技量を要する作業</b></li><li>・検査にあたって一定の知識、技量および経験を要する項目の検査</li><li>・購入、借用または整備委託等を行った部品等の領収検査（SHOPのみ）</li><li>・材料、部品等の領収検査（航空運送事業者からの支給部品に限る）</li></ul>
初級整備士	<ul style="list-style-type: none"><li>・メンテナンス・マニュアルに定められている整備作業のうち、<b>基礎的な知識、技量を要する作業</b></li><li>・他の整備従事者が検査を行うよう指定された項目以外の検査</li><li>・材料、部品等の領収検査（航空運送事業者からの支給部品に限る）</li></ul>

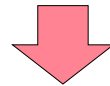
# 航空機の進化が航空機整備に与える影響



JAPAN AIRLINES

航空機の進化により、

- 不具合の発生率は減少
- 不具合の内容が変化
  - ✓ 電子的不具合の割合が増加 ⇒ 航空機から装備品を取り降ろし、Shopでテストスタンドを使用したトラブルシュートする割合が増加
  - ✓ 複合材（コンポジットマテリアル）の増加 ⇒ 腐食の除去作業・アルミ構造修理作業は減少、複合材の修理作業に専門スキルが必要
- メカニカルなりギング作業が不要となったり、交換等の整備作業が容易になってきている。
- システムによるサポートが充実してきており、航空機でのトラブルシュートが容易になってきている。
- 航空機から取れるデータ数が増加して、不具合分析や不具合発生の予測がしやすくなってきている。
- エンジン部品の高額化が促進



航空機の進化とともに、以下のようなことを考えていく必要がある。

◆ 運航整備の負荷が軽減 ⇒ 不具合を未然に防止する整備へ

◆ 点検重整備の作業内容に変化

⇒ 工数を必要とする腐食除去作業等がなくなり、特定の専門スキルが必要となるも、不具合の発生率が減少していることもあり、経験する機会は少ない。

⇒ 航空機に装着したままでの調整等での不具合修復から、装備品の交換による不具合修復へ移行

運航整備・点検重整備での品質の作り込みはデータ活用等による不具合予測・未然対応に移行、規模を集約することで人材育成の機会を確保  
エンジン整備・装備品整備のSHOP整備領域での品質の作り込みの重要性が増大

◆ 装備品整備では、品目毎にテストスタンド等が必要となり、投資がかさむ傾向 ⇒ 自社整備品目の取捨選択が求められる。

◆ エンジン整備では、エンジンの取り卸し時期管理、コスト管理がますます重要になっている。

エンジン整備・装備品整備のSHOP整備領域では、全体管理をいかにうまくコーディネートするかがポイント

1. Introduction

2. AirlineとMRO

3. 時代的背景

4. 航空機整備

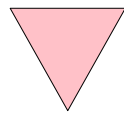
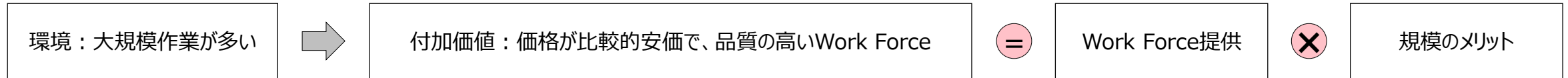
5. MROの現状

6. 航空機の変遷

7. 今後のMRO



## これまでの典型的なビジネスモデル



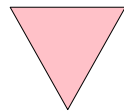
環境変化：航空機の進化

- ・不具合発生率の減少
- ・大きな工数を必要とする作業の減少



これまでの付加価値の価値が下がってきており、従来の典型的ビジネスモデルが成立しづらくなってきている。

新しい付加価値の追加が必要



では、新しい付加価値とは？



可能性のある例として、

- ✓ 取得できるデータ数の増加や新技術を活用した予測整備
- ✓ 整備管理業務も含めた受託
- ✓ 装備品・部品アセットマネジメント、サプライチェーンマネジメント
- ✓ メーカーとの協業、製造分野へ
- ✓ 宇宙、Air Mobility、通信等、既存領域以外の領域へ

等々

# 今後のMRO 【一つの例】



JAPAN AIRLINES

【取得できるデータ数の増加や新技術を活用した予測整備】

<https://press.jal.co.jp/ja/release/202006/005654.html>

JALとブリヂストン、タイヤ摩耗予測技術を活用し航空機整備作業を効率化、新たな価値の共創へ

日本航空株式会社（以下、JAL）と株式会社ブリヂストン（以下、ブリヂストン）は、大阪国際空港（伊丹）を拠点にJALグループの地域路線を運航する株式会社ジェイエア（以下、J-AIR）の航空機を対象に、タイヤ摩耗予測技術を活用した、より精度の高い計画的なタイヤ交換を2020年5月より開始しました。

（共同リリース）  
2020年6月16日  
日本航空株式会社  
株式会社ブリヂストン

航空機用タイヤは、機体の速度と重量を支えながら離着陸を繰り返すという過酷な条件下で使用され、通常、航空機が数百回離着陸する毎に新しいタイヤに交換する必要があります。さらに使用環境によってタイヤの摩耗進展速度が異なるため、これまで、突発的なタイヤ交換や、交換時期の集中が発生していました。今回、JAL/J-AIRの持つ航空機に関する知見・フライトデータとブリヂストンの持つタイヤに関する知見・デジタルを活用した摩耗予測技術をかけ合わせることで、タイヤの交換時期を予測することが出来るようになり、精度の高い計画的なタイヤ交換が可能となりました。その結果、ホイール・タイヤ在庫の削減および航空機整備作業の効率化などが期待されます。また、生産・使用過程でのCO2排出量を削減することで「地球との共生」へと繋げていきます。

JALとブリヂストンは協働でのチャレンジを続け、その先にある新しい価値の創造と地域・世界への貢献を目指していきます。

開始時期： 2020年5月

対象機材： エンブラエルE170・E190型機

なお、実際の整備処置は、JAL/J-AIR機材の整備を担っている株式会社JALエンジニアリングが実施します。



以上

## 【メーカーとの協業、製造分野へ】

3Dプリンター、アディティブ・マニュファクチャリング等、新技術の登場により、軽量で強度の必要な部品や、複雑な形をした部品、必要数が少量の部品、といった部品が比較的製造しやすくなってきており、新たな付加価値を産みだせる可能性がある。



<https://www.jal.com/ja/outline/brand/challenge/>

## 【宇宙、Air Mobility、通信等、既存領域以外の領域へ】

JAL、宇宙開発事業会社ispaceと資本業務契約を締結  
<https://press.jal.co.jp/ja/release/201712/004533.html>

JAL、HAKUTO-Rのコーポレートパートナーに参加  
<https://press.jal.co.jp/ja/release/201902/005069.html>



JAL、エアモビリティ分野に関する業務提携を  
Volocopter GmbHと締結  
<https://press.jal.co.jp/ja/release/202009/005782.html>

JAL、三井住友海上およびMS&ADインターリスク総研、  
次世代エアモビリティ分野で提携  
<https://press.jal.co.jp/ja/release/202009/005783.html>

新上五島町でのスマートアイランド推進実証調査委託契約を国土交通省と締結  
<https://press.jal.co.jp/ja/release/202010/005831.html>



新しい付加価値を産み出せるようにするためのキーは、

Digital Transformation化  
新技術の活用



Partnership・協業



多様性・Diversityへの対応力  
(異文化への理解)



**JAPAN AIRLINES**

---

Thank you