

**航空機開発グローバルプロジェクトリーダー養成講座（略称：GPL 講座）**

**航空機開発とプロジェクト・マネージメント**

**——航空機関係テキスト集——**

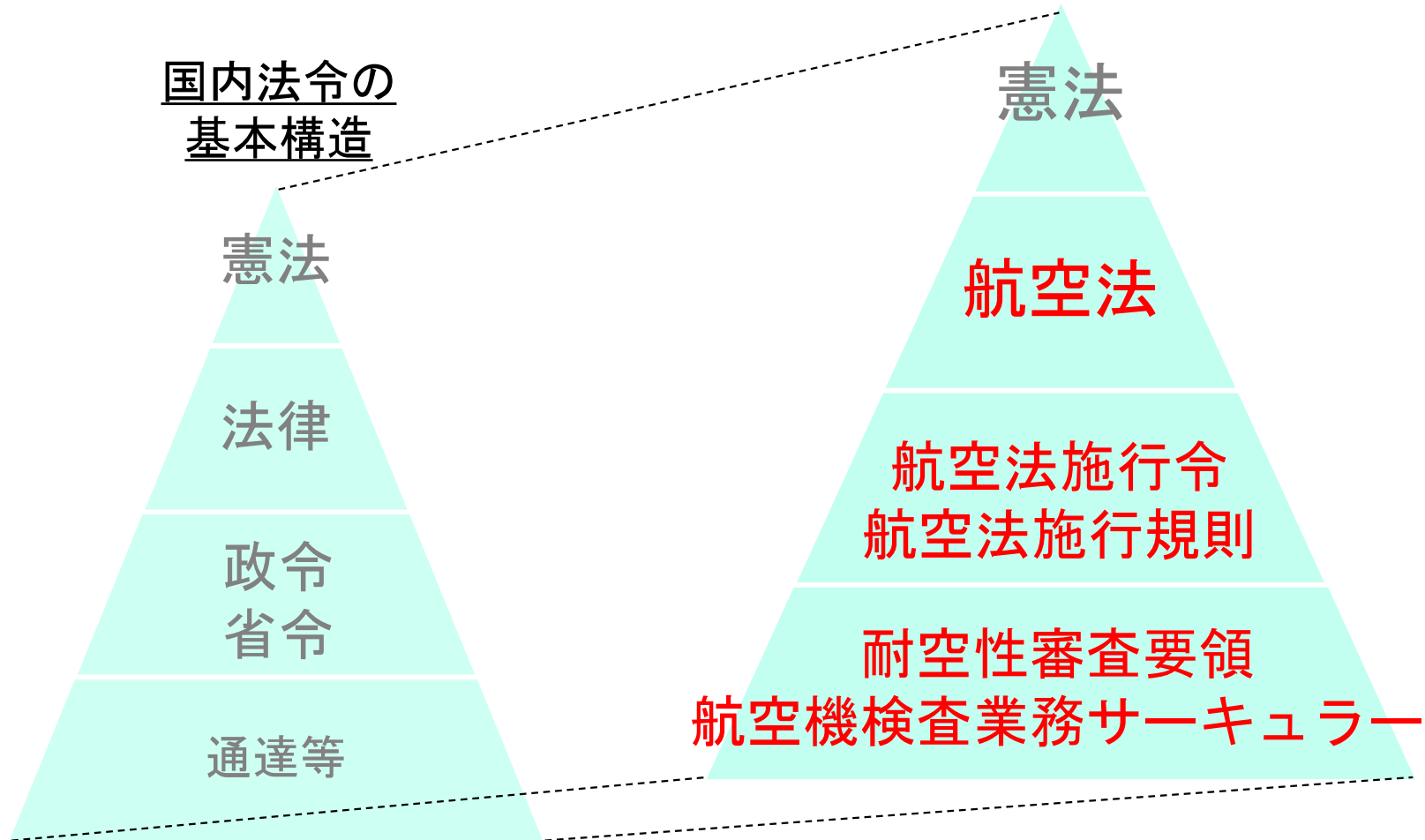
**教材 02： 航空機認証に関する Regulation とガイドライン**

本項はCoampany Proprietaryの資料のため複写を禁ず。

# 航空法令の基本構造

## 日本の航空法令の基本構造

### 国内法令の 基本構造

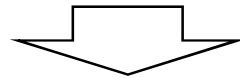


民間航空機の開発／運航は、これらの航空法令に基づいて行われなくてはならない。

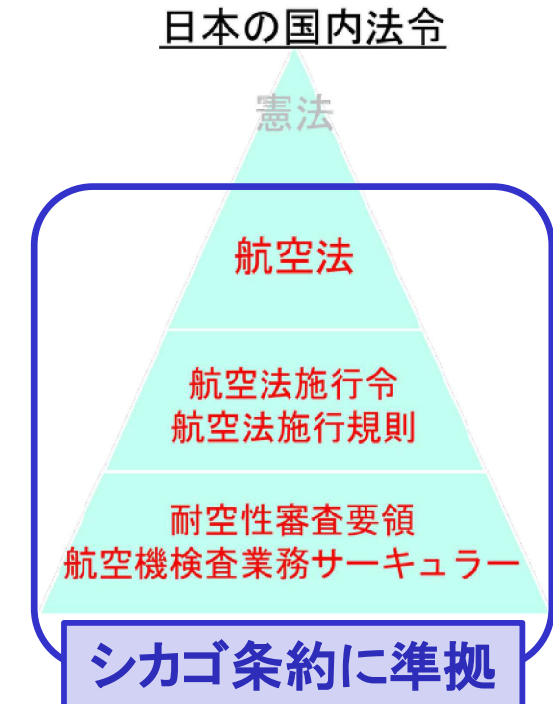
# 航空法制定の背景

## Convention on International Civil Aviation : 国際民間航空条約(通称: シカゴ条約)

- 1944年に採択された国際条約。  
(日本は1953年にICAO (国際民間航空機関) 加盟)
- 国際航空を行う場合の標準, 方式, 手続き等が定められている。  
⇒ 航空機設計の技術上の基準もこれに含まれる。
- 条約加盟国※は, この基準を満足するように自国の法規を規定する。

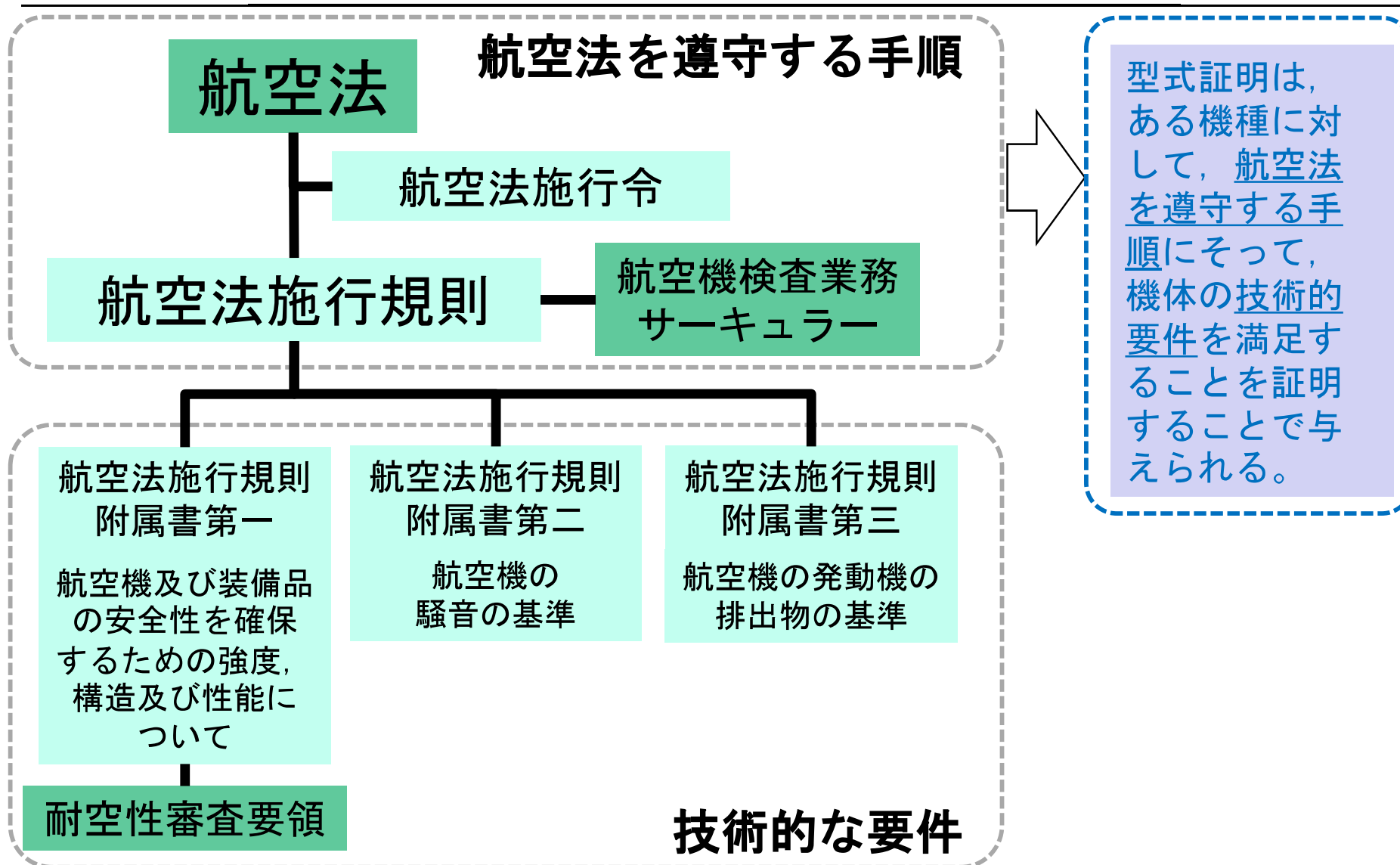


この条約に準拠し各国は法令の整備を実施しているため, どの国も航空法体系は似ている。



※シカゴ条約批准国は自動的に国際連合の専門機関の一つである国際民間航空機関(ICAO)に加盟することになっている。

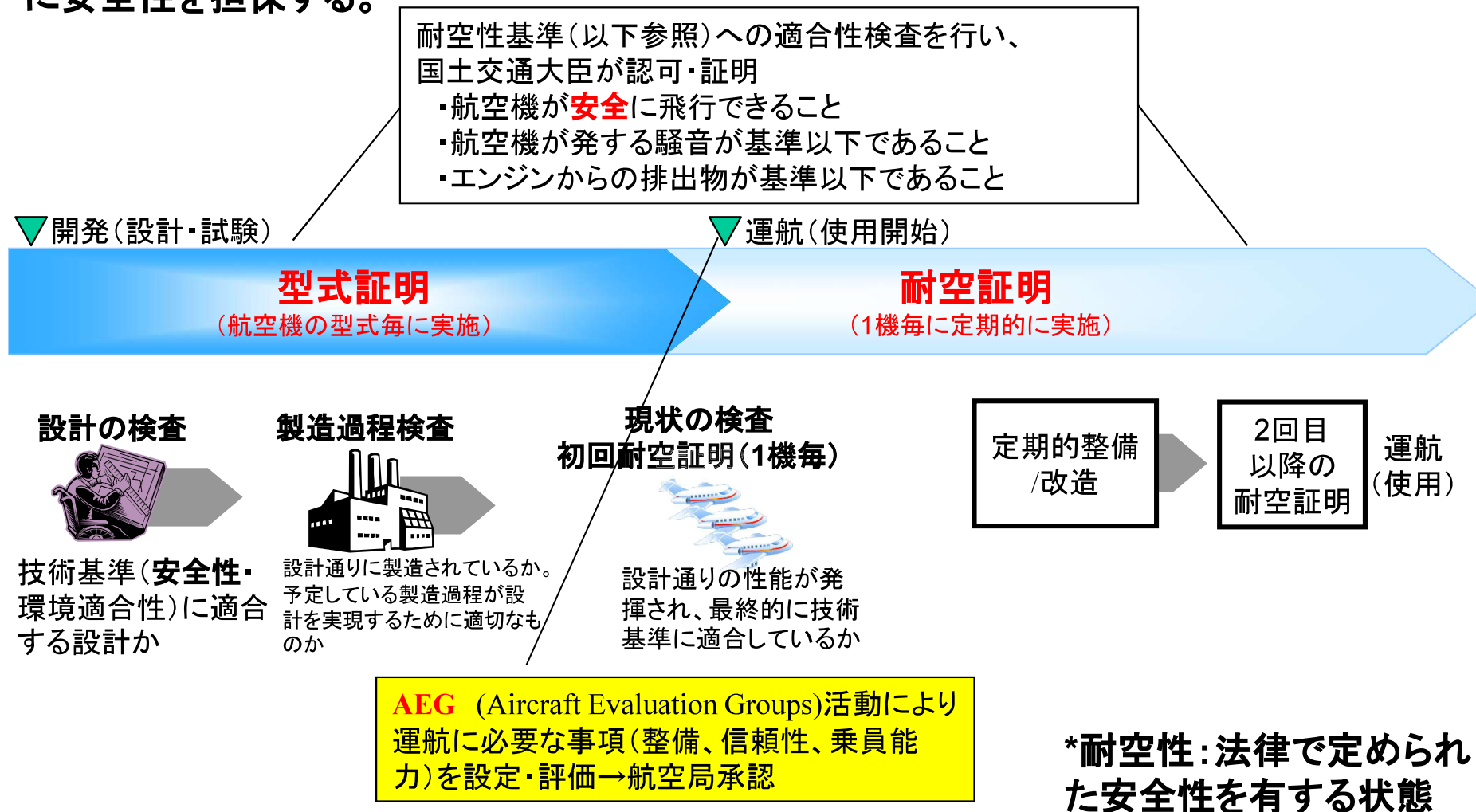
# 日本の航空法令の体系





# 航空機のライフサイクル

民間航空機は、開発時の型式証明活動に始まり、運航フェーズ<sup>\*</sup>での耐空性を維持するための整備・修理・改造などを経た耐空証明活動を実施して、航空機ライフサイクルに渡って継続的に安全性を担保する。

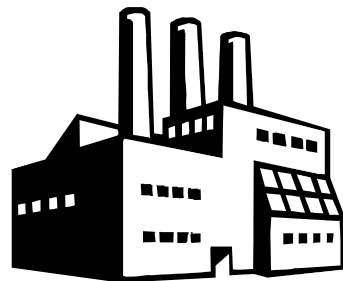


# 耐空証明とは

## 航空法第十一条 前段

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（人が搭乗し飛行してはならない）。

- 証明書は個々の機体に発行
  - 有効期限は 原則1年※
- ⇒ **飛行機の車検証のようなもの**



機体の製造

※一定の要件を満足することで、複数年で耐空証明を取得できる制度もあり、連続式耐空証明と呼ばれる。



# 耐空証明を取得するためには

SPACE JET

右の3種の基準に適合していることを、以下の3種の検査を行うことで証明する。その結果耐空証明が各機体に発行される。  
(航空法第十条第4項)

国土交通大臣は、第一項の申請があつたときは、当該航空機が次に掲げる基準に適合するかどうかを設計、製造過程及び現状について検査し、これらの基準に適合すると認めるときは、耐空証明をしなければならない。

## <3種の基準>

1. 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  
(“安全性の基準”)
2. 騒音の基準
3. 発動機の排出物の基準

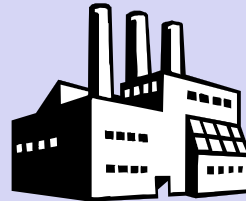
## <3種の検査>

### 設計の検査



技術基準(安全性・環境適合性)に適合する設計か

### 製造過程検査



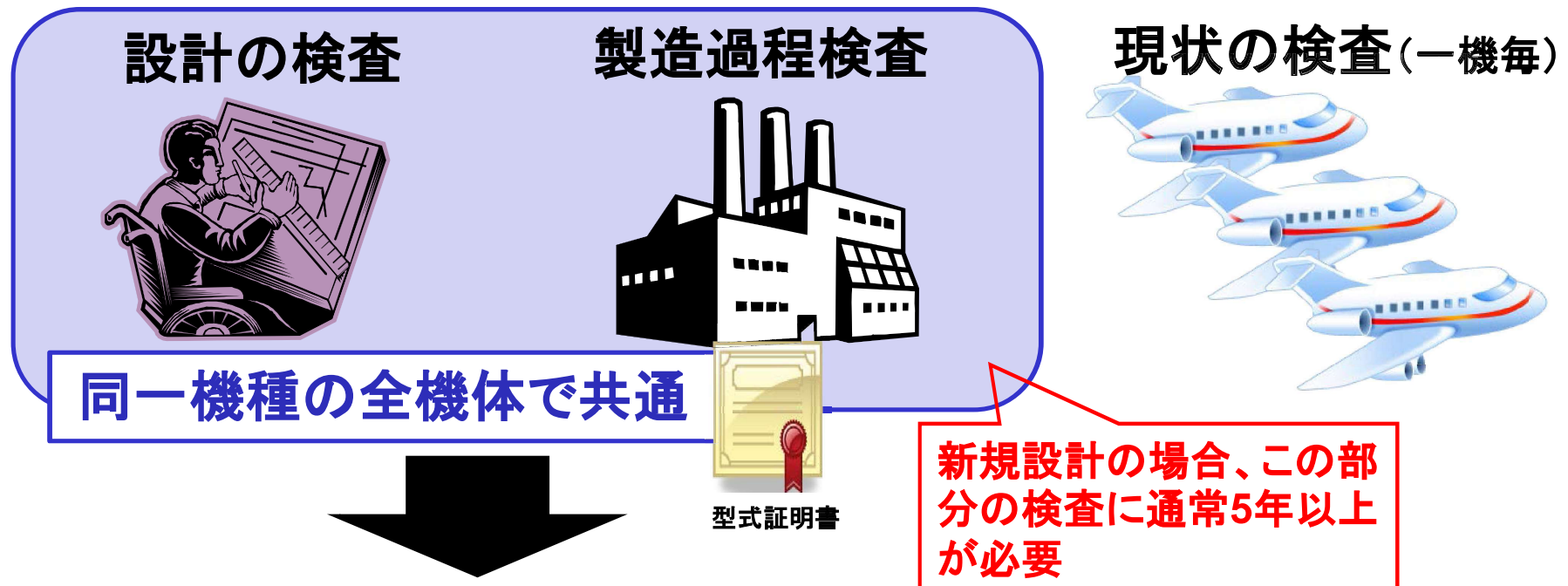
設計通りに製造されているか。  
予定している製造過程が設計を実現するために適切なものか

### 現状の検査



設計通りの性能が発揮され、最終的に技術基準に適合しているか

# 型式証明とは



型式証明(Type Certificate)は、これから開発してその型式の機体を数多く製造する際に、この型式の機体が「安全」、「騒音」、「排出物」の該当する要件全てを満たしているか、を設計の検査、製造過程検査で確認して、認めてもらう活動。

(型式証明は機体の設計者が取得)

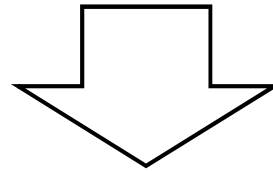
型式証明後に、製造された機体一機毎に現状の検査を行い、問題なければお客様に引き渡される。

ちなみに、、、

---

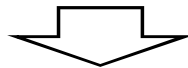
**航空法第十一条 後段**（通称11条但し書き）

但し、試験飛行等を行うため国土交通大臣の許可を受けた場合は、この限りでない。



現在実施中のMRJの開発飛行試験は、この「11条但し書き」に基づいて、国土交通大臣の認可を得て、飛行を実施している。

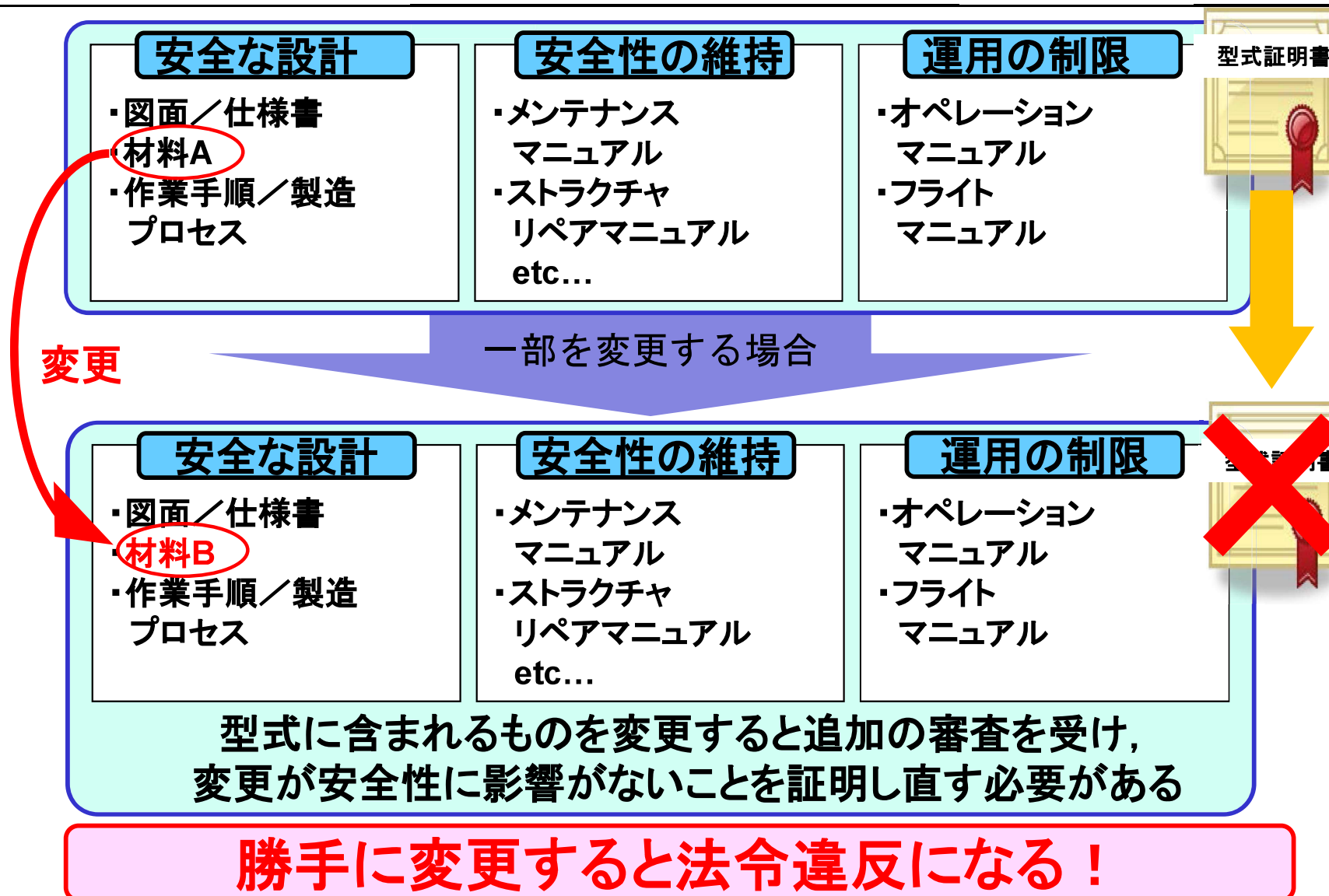
では、、、なぜMRJは米国で飛行試験をしているのに、日本の法律に基づいて、飛ぶ必要があるのか？



前述のシカゴ条約では、個々の航空機の安全性は、製造国ではなく、登録国（その機体を登録している国）が担保しなくてはならないから。

MRJは、日本で登録をされた日本国籍の機体であるから。（詳細は2章で）

# 型式の変更



# 型式証明とは

## 型式証明：設計の検査①②と製造過程検査③

### ① 適用基準/Certification Basis の設定

原則、型式証明申請時の最新の安全性／環境の基準に基づいて設定する。

- 約400中項目、1600小項目の基準が対象
- 過去に起きた航空機事故に基づいて、頻繁に改訂  
(CFR Part25: 現在改訂数140回超え)

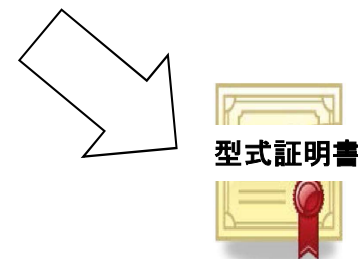
### ② 設計の検査 (型式/Type Designの検査)

“型式/Type Design”が基準に適合しているか検査を受ける。

- 旅客機クラスでは約40,000の証明活動が必要

### ③ 製造過程検査

定められた型式に従って、適切に飛行機を作る能力があるか検査を受ける。



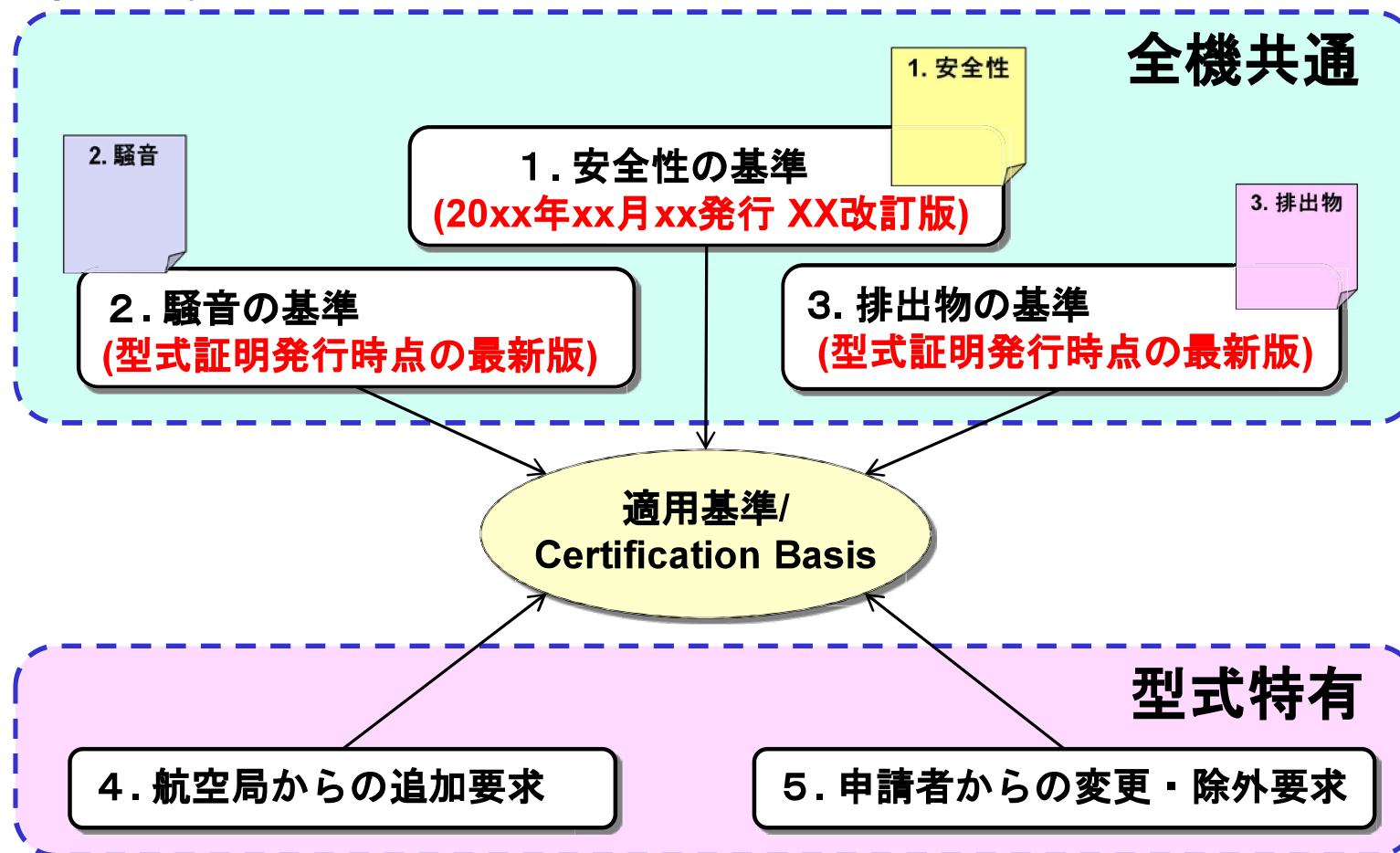
ただし、欧米では上記①、②のみが型式証明の範囲で、③は、製造認証(Production Certificate)の範囲となっている。←①～③を型式証明で審査するのは、日本独特の法体系



# 適用基準とは①

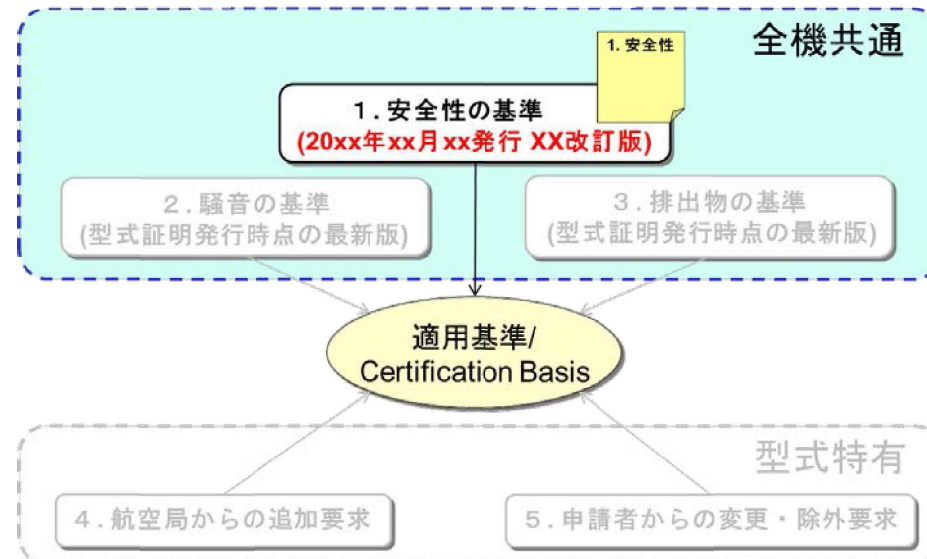
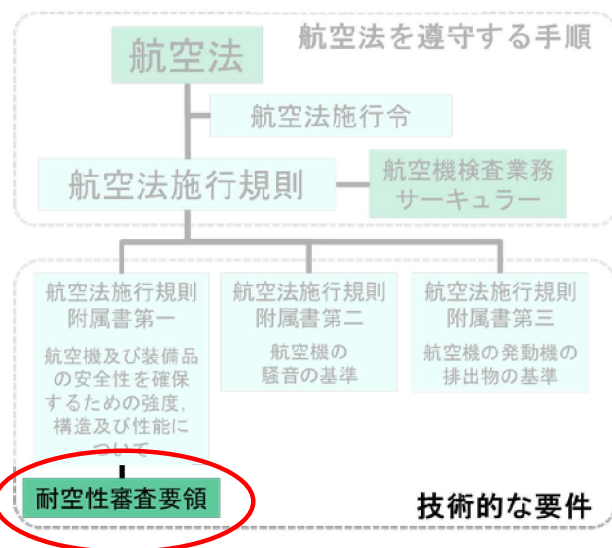
## 適用基準/Certification Basis

型式証明を取得する際に、申請者が証明しなければならない5つの基準一式。





# 適用基準とは② -安全性の基準-



➤ 日本の航空法令の耐空性審査要領。米国FAAではMRJのような飛行機輸送T類 (Transport Category)はCFR Title 14 Part 25に基準あり。

➤ Part 25.1～25.1801+15項のAppendixで構成。

➤ 基準本体は、Subpart A～Iの大項目に区分。

➤ 全体で約400の中項目、1600の小項目含む。

これらの基準は個々の部品や装備品に適用するものから、機体全体に適用されるものまで有り

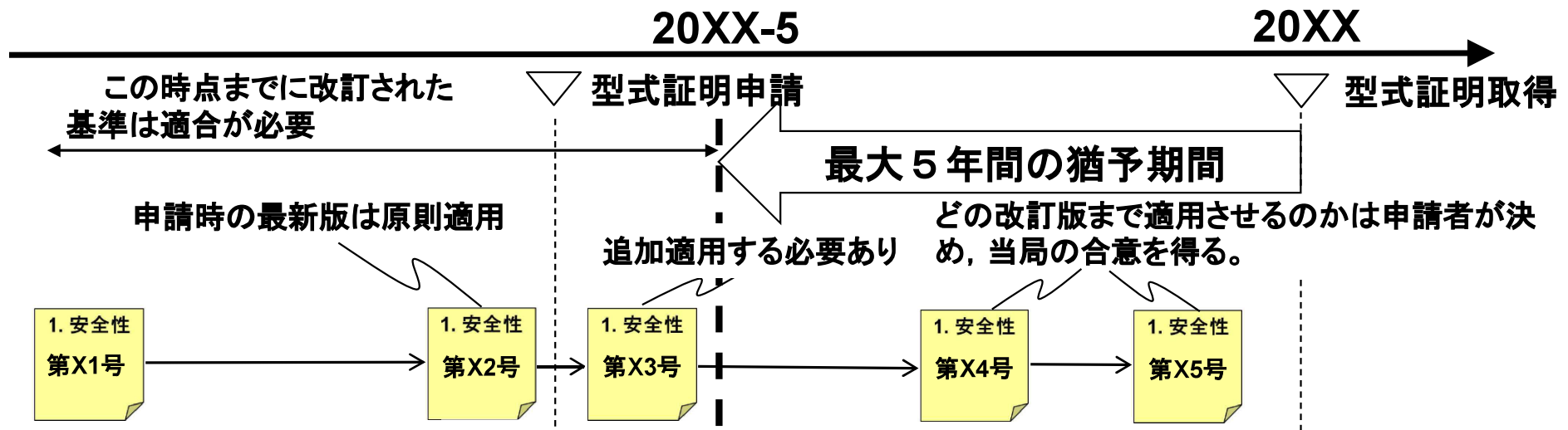
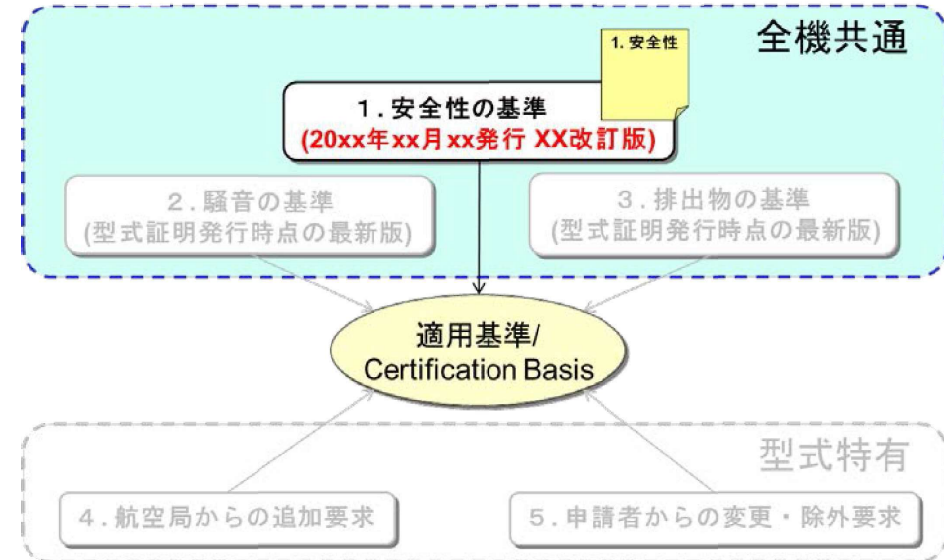
- Subpart A: 一般
- Subpart B: 飛行性
- Subpart C: 構造, 荷重
- Subpart D: 製造
- Subpart E: 動力
- Subpart F: 装備品
- Subpart G: 運用制限など
- Subpart H: EWIS\*)
- Subpart I: Appendix

\*) Electric Wire Interconnection System

## 適用基準とは③ -全機共通の安全性-

### 安全性の基準の猶予期間

安全性の基準は原則最新の基準を適用するが、安全性の基準は日々改訂されるため、型式証明申請者が型式証明申請から型式証明取得までに5年を超えた場合は5年前まで遡った有効な基準を適用し、その後はどの改訂版まで適用させるのかを申請者が決定し、航空当局と合意する。



## 適用基準とは④ -型式特有の基準-

## 追加

## 航空局からの追加要求

(特別要件/Special Condition)

設計に新技術を用いており、既存の基準で十分に安全性が担保されない場合、航空局から追加で要求される基準。

## 変更

## 申請者からの要求 - 代替基準の提案

(同等の安全性/Equivalent Level of Safety)

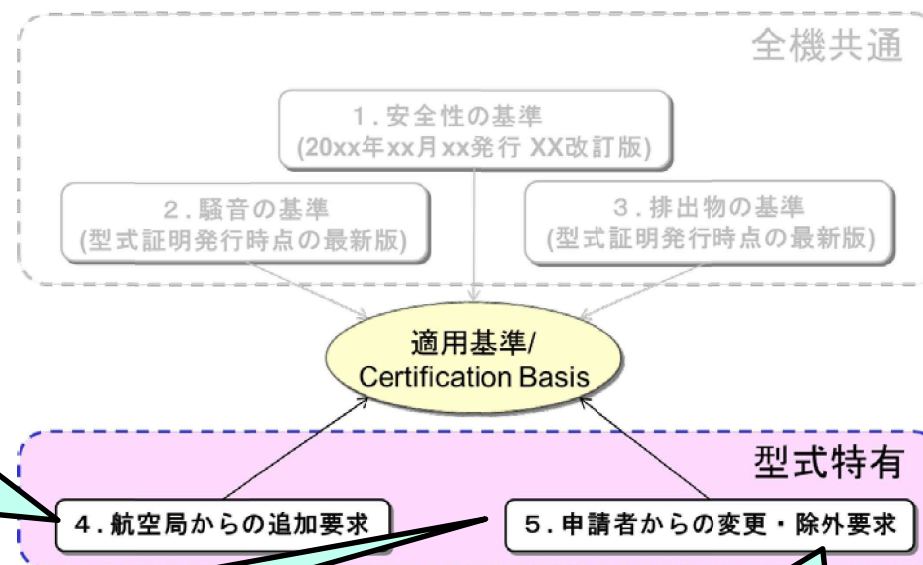
耐空性審査要領を適用するよりも、他の方法で安全性を証明することが適当と判断される場合は、申請者から基準の変更を要求する。

## 除外

## 申請者からの要求 - 除外要求

(適用除外/Exemption)

耐空性審査要領を適用しなくとも同じ安全性を保証できる場合は、申請者から基準への適合の除外を申請する。



## 適用基準とは⑤ -型式特有の基準を議論するツール(見解書)-

見解書とは、型式証明の過程で発生する、安全基準の適用・解釈等に関する航空局と申請者との議論をとりまとめ記載した書面であり、特別要件、同等の安全性、適用除外はこの仕組みを用いて採否が決定される。FAAではIssue Paper, EASAではCRI(Certification Review Item), CAI(Certification Action Items)と呼ばれる。

プロジェクト: 2007-001	アイテム: P-02 ステージ: 4(-01) 日付: 平成 22 年 1 月 22 日 ページ: 1/3
------------------	--

### 見 解 書

プロジェクト: 三菱航空機株式会社 型式: 三菱式MRJ-200 型 プロジェクト番号: 2007-001	アイテム: P-02 ステージ: 4(-01)
---	----------------------------

関連規則: 航空性審査要領第Ⅲ部  
4-10-8、5-2-7、及び5-2-16

日付: 平成 22 年 1 月 22 日

関連サーキュラー: No.1-303

ステイタス: CLOSE

項目: 主翼及び燃料タンク構造-火災防止要件 期限: 型式証明まで

### 特別要件

見解書発行について

三菱式MRJ型の主翼スキン、ストリング、スパーその他の構造要素に多くのCFRP(炭素繊維複合材料)が使用される予定である。

航空局は、主翼スキン及び燃料タンク構造にCFRPを使用することが、通常とは異なる設計上の特徴を有するもので、既存の航空性審査要領第Ⅲ部には、非常着陸後に主翼が地上で大規模な燃料漏れ火災に曝された場合に、受け入れられる生存可能性を示すための適当な耐安全性基準がないため、特別要件を設定することが必要と判断した。

この見解書は、上記特別要件の設定に関するものである。

**特別要件、同等の安全性、適用除外、適合性証明、等**

プロジェクト: 2007-001	アイテム: P-02 ステージ: 4(-01) 日付: 平成 22 年 1 月 22 日 ページ: 2/3
------------------	--

協議

背景

従来、航空機の主翼スキン及び燃料タンクの構造には、アルミニウムが使用されてきた。

MRJでは、主翼スキン、ストリング、スパーその他の構造要素に多くのCFRPが使用される予定である。

しかしながら、現在の航空性審査要領第Ⅲ部には非常着陸後に主翼が地上で大規模な燃料漏れ火災に曝された場合に関する特定の耐安全性基準がない。

これは、従来のアルミニウム製主翼が地上で大規模な燃料漏れ火災に曝された場合の能力が受け入れられるレベルにあることについて、経験的にわかっていいためである。

一方で、CFRP製主翼に関しては、非常着陸後に地上で大規模な燃料漏れ火災に曝された場合の能力については、明らかでない。

航空機構造における可燃性及び火災防止に関する現在の規定は、可燃性流体や蒸気に着火した際に搭乗者への危険を最小にすることを目的としており、複合材を使用することにより、既存の安全性レベルを下げることは適当ではない。

そのため、MRJについては、CFRP製主翼が地上で大規模な燃料漏れ火災に曝された場合、従来の航空機構造と同じ安全性レベルにあることを解析及び試験の組合せにより証明しなければならない。

### 航空局の見解 (平成 20 年 12 月 5 日)

航空局は、次の基準を特別要件として提示する。

燃料タンク、主翼及びナセルの火災時の安全性を規定している航空性審査要領第Ⅲ部(4-10-8、5-2-7及び5-2-15)への適合性に加え、非常着陸後に主翼が地上で大規模な燃料漏れ火災に曝された場合に、受け入れられる生存可能性を有することを検証しなければならない。

そのため、主翼及び燃料タンクの設計が、少なくとも5分間外部燃料漏れ火災に耐えることを検証しなければならない。この場合、最小燃料搭載量(予備燃料搭載量以上)及び最大燃料搭載量(最大航続燃料搭載量)並びに他に特定された厳しい燃料搭載量により実証すること。また、要求される時間にわたり地上火災に曝された場合、燃料タンクの可燃性、パンスルー特性、主翼の構造強度保持特性及び自動発火の脅威を考慮すること。

プロジェクト: 2007-001	アイテム: P-02 ステージ: 4(-01) 日付: 平成 22 年 1 月 22 日 ページ: 3/3
------------------	--

### 申請者の見解 (平成 21 年 12 月 22 日: 連絡書 No.MRJ000-C-010 号)

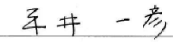
三菱式MRJ-200型に主翼構造の設計を変更し、主翼燃料タンクの外板構造材料をCFRP複合材からアルミニウム合金に変更することとした。

アルミニウム合金製主翼の場合、燃料漏れ火災に対する安全性が経験的に既知と考えられるため、特別要件を設定する必要はないと考える。

### 結論 (平成 22 年 1 月 22 日)

航空局は申請者の見解について了解した。

この見解書はもはや必要ではないと考え、これを取り消すこととする。



西井 昌弘

航空局技術部航空機安全課  
航空機技術審査センター所長

連絡先(航空局)  
野村 裕彦  
末田 昌嗣  
TEL 0568-29-1985  
FAX 0568-29-1990  
航空局技術部航空機安全課 航空機技術審査センター

連絡先(申請者)  
生田 雅彦  
TEL 052-611-3924  
FAX 052-611-3473  
三菱航空機株式会社  
機体設計部 型式証明グループ

福岡 信康  
TEL 052-611-2416  
FAX 052-611-2422  
三菱航空機株式会社  
機体設計部 構造グループ

**Certification Basis のうち、型式特有の要求は当局と申請者で公式に議論して決める。**



# 設計の検査

設計の検査



製造過程検査

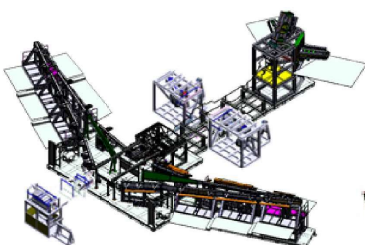


現状の検査



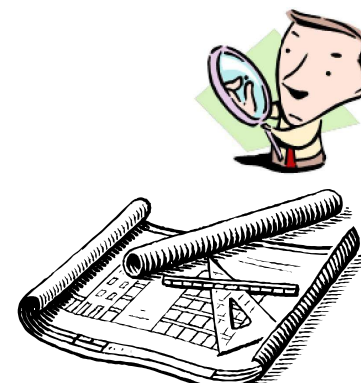
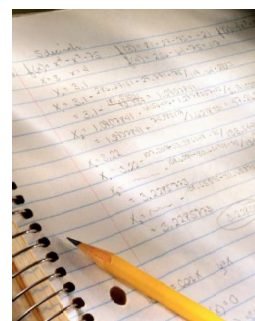
## 実証の検査

機体もしくは部品を使った試験の結果を用いて、設計が基準に適合していることを証明する場合。  
(飛行試験, 地上試験等)



## 解析書等の検査

図面や解析の結果等を記載した文書を用いて、設計が基準に適合していることを証明する場合。



# 設計の検査 全般

## ・抽象的な基準の例

25.1309(b) 飛行機の系統および関連する構成部品は個々に検討した場合および他の系統との関連において検討した場合、次に適合するように設計されなければならない。

(1) 飛行機の継続した安全な飛行及び着陸を妨げるような故障状態の発生が極度にありえないこと。

Advisory Circularに“極度にありえない”=“故障発生確率が1飛行時間当たり $10^{-9}$ 未満”であることが記載。機体の外的要件(横風、バードストライク等)や装置の故障組合せ等を考慮し、故障が起こり得る全てのシナリオ及びそれらの発生確率を算出し、上記を満足する冗長性や性能があることを証明する必要がある。

25.795(c)(2) 保安上考慮すべき事項：諸系統の残存性。、

(i) 現実的でない場合を除き、継続した安全な飛行及び着陸に必要な、冗長性のある飛行機系統間は、少なくとも次の直径の球体に等しい大きさで物理的に分離されなければならない。

$$D = 2\sqrt{(H_0/\pi)}$$

“現実的でない場合”の定義がAdvisory Circularにも無く、当局との解釈の違いを埋めるために、おおいに調整をして合意点を探る必要がある

# 製造過程検査



製造過程検査では、型式で定義された“設計や製造プロセス”に従って、

**設計**

通りに

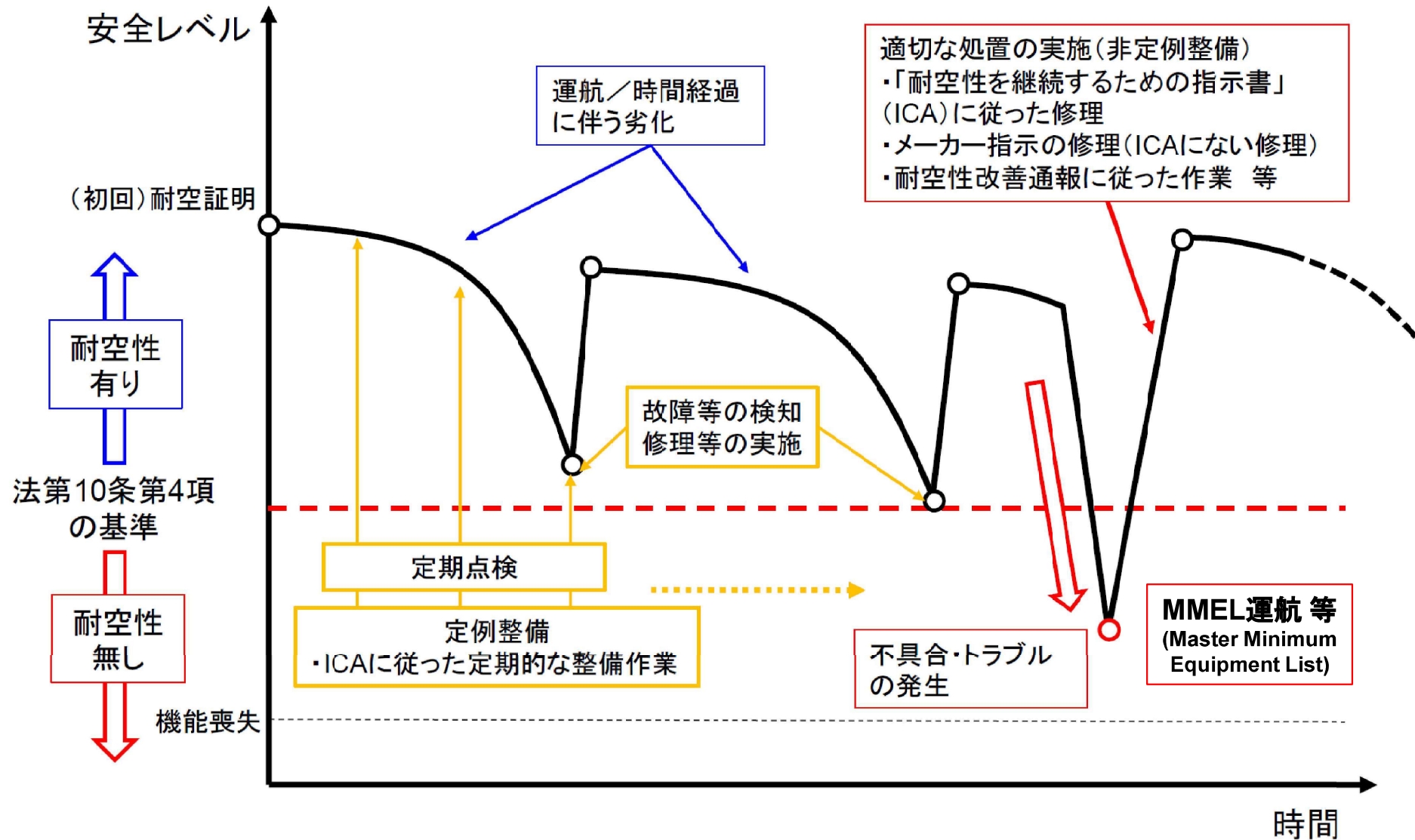
**実際の製造品**

を製造可能か否かを、  
『製造・検査能力』、  
『必要設備・治工具』、  
『品質保証/管理体制』等の審査を受け判断される。



詳細は、サーキュラーNo.1-311「製造過程検査実施要領」に記載されている。

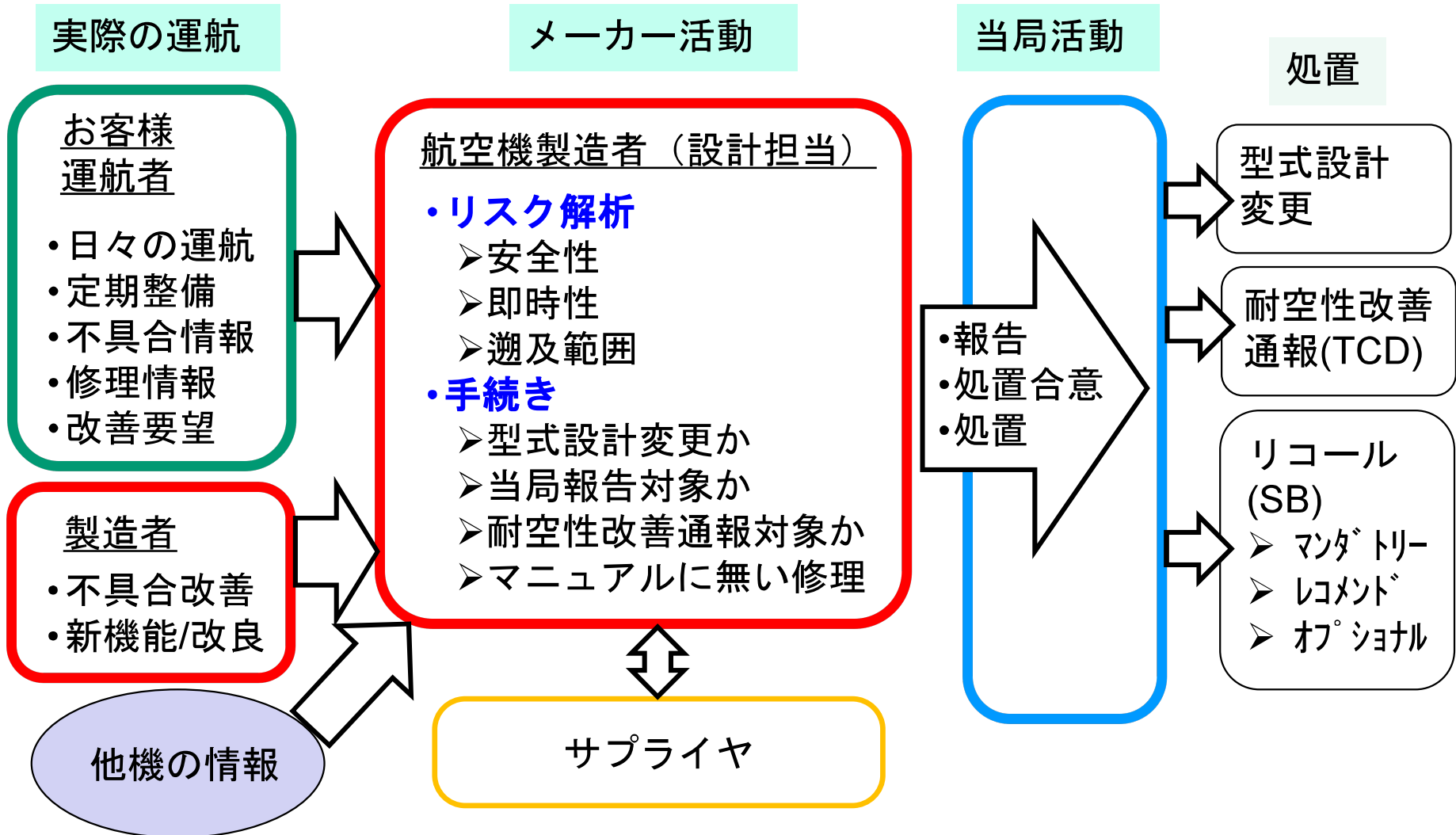
# 民間航空機の安全性 : 耐空性維持





# 民間航空機の安全性 : 耐空性維持

SPACE JET



“耐空性の維持の為の活動”