

名古屋大学

航空機ビジネスプロフェッショナル養成講座

内装設計

民間航空機 キャビン・インテリア製品の設計・開発について

28 November 2020

株式会社ジャムコ

航空機内装品・機器事業部、技術本部

本日のアジェンダ

1. キャビン・インテリア概要
2. 設計開発
 - 質疑応答①
 - 休憩
3. システム・インテグレーション
4. 試験・解析評価と認証取得
 - 質疑応答②

はじめに

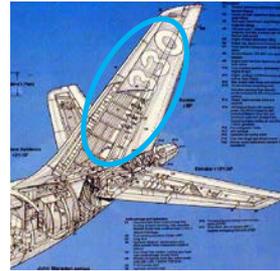
キャビン・インテリア・サプライヤーとしての
株式会社ジャムコのご紹介

JAMCOのご紹介 - 主要事業



航空機内装品事業 **Cabin Interiors**

Seat, Galley, Lavatory, Bar, Console



航空機器製造事業 **Components**

ADP : CFRP Floor Beam & Vertical Fin Stringer
Heat Exchanger, Turbine Shroud



航空機整備事業 **Maintenance**

Aircraft/Wheel Overhaul

JAMCOのご紹介 - インテリア・サプライヤーとして



Over 150

World-Wide Airline Customers

29% / 24%

Market Share on Lavatory & Galley

18% / 6%

Market Share on First and Business Class Seats

SFE supplier

A350 ICE Rear Galley & Lavatory Complex
B777 & 787 Lavatory, and B787 Galley



2016 エアバス サプライヤー・サポート・レーティング・アワード受賞

2015 ボーイング サプライヤー・オブ・ザ・イヤー受賞

2014 米国連邦航空局より、ODAとして初めてのICA認定を取得

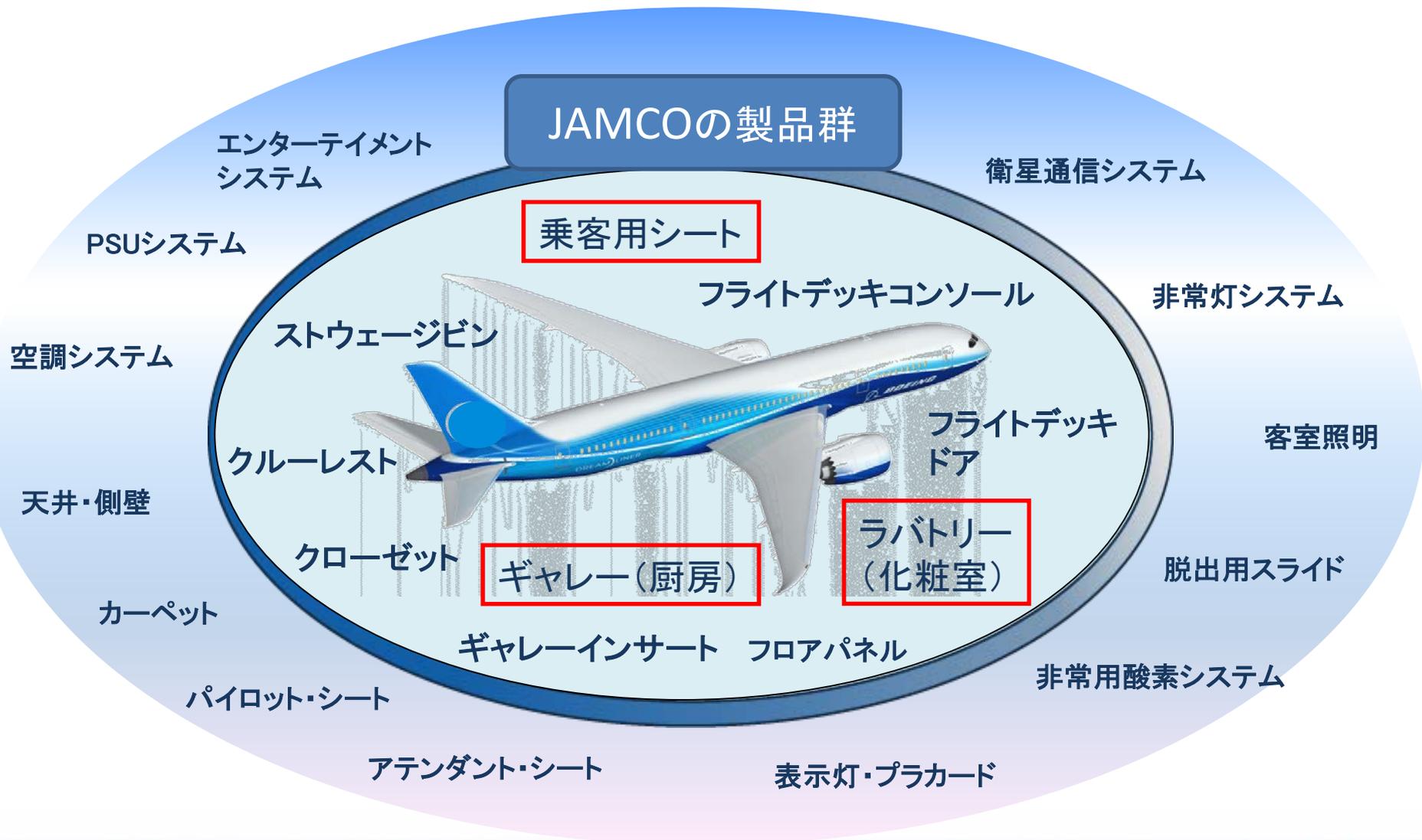
JAMCOのご紹介 - キャビン・インテリア事業拠点



目次

1. キャビン・インテリア概要
2. 設計開発
 - 質疑応答①
 - 休憩
3. システム・インテグレーション
4. 試験・解析評価と認証取得
 - 質疑応答②

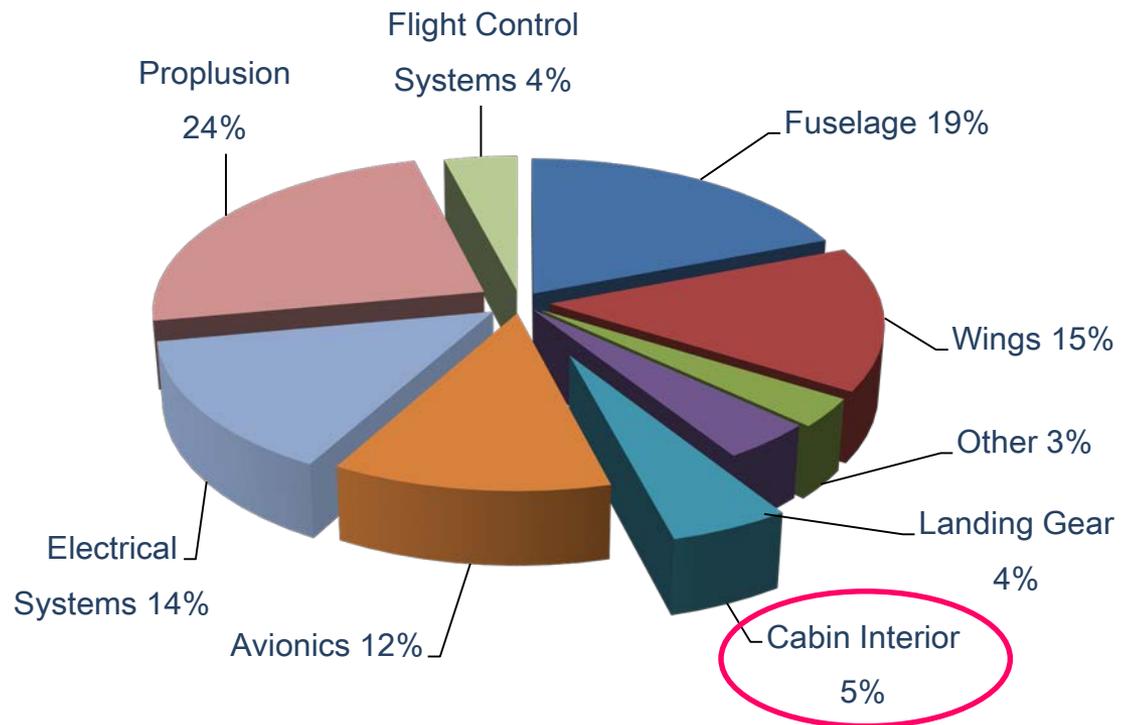
主なキャビン・インテリア製品



市場規模

今後20年間の
旅客機投資額
400兆円(?)

キャビン・インテリア
機体価格の5%



出典：経済産業省 航空機産業の現状と課題 平成28年5月

産業としての特徴

厳しい品質要求
JIS Q 9100
(AS9100/EN9100)

長い開発期間
新機種 3～5年
新製品 2年～

多品種少量生産
1機～20機程度

長い製品寿命
5～25年

キャビン・インテリアの主要装備品

ラバトリー(化粧室)



シート(乗客用座席)



ギャレー(厨房)



キャビン・インテリアの進化と関連事象

1978: 米国 国内航空規制緩和法

1985: B767-200ER 初のETOPS-120認可

1985-1990: 安全性の規制強化

1991: 湾岸戦争による航空需要低迷、一部の航空会社でファーストクラスの廃止

1995: フル・フラット・ベッドとソロ・シート

1997-2000: 航空連合の発足(スターアライアンス、ワン・ワールド、スカイチーム)

2000: キャビン・インテリア・デザインに特化した国際展示会初開催

2001-2003: 米国同時多発テロ、イラク戦争、SARSにより、航空需要の低迷

2005: プレミアム・エコノミー・クラスの導入が広まる

2007: シャワールームやコンパートメント型の個室を持つ、ラグジュリー・クラスの登場

2008: 世界金融危機による不況

2009: 新造機への16g対応シートの搭載義務化、シート用エアバッグの導入

2010: LCCが本格的に各国で定着始める。旅客嗜好の二極化

2011: B777-300ER ETOPS-330認可

2017: ビジネスクラスへの個室ドアの導入が本格化

2020: COVID-19による全世界的な旅客航空需要の激減

航空機の信頼性向上による変化

航空機とそのエンジンの信頼性向上
によるETOPS基準の緩和

飛行の長時間化と
ノンストップ・サービスの提供

長時間を過ごすことに最適化された
シートなどのキャビン・インテリアの需要



出典：Singaporeair.com

世界情勢や経済状況による影響

国際紛争や原油価格、経済状況など
による旅客需要の低迷

ビジネス客の一時的減少や
エコノミークラス利用への移行

ファーストクラスの減少と
プレミアム・エコノミークラスの創出



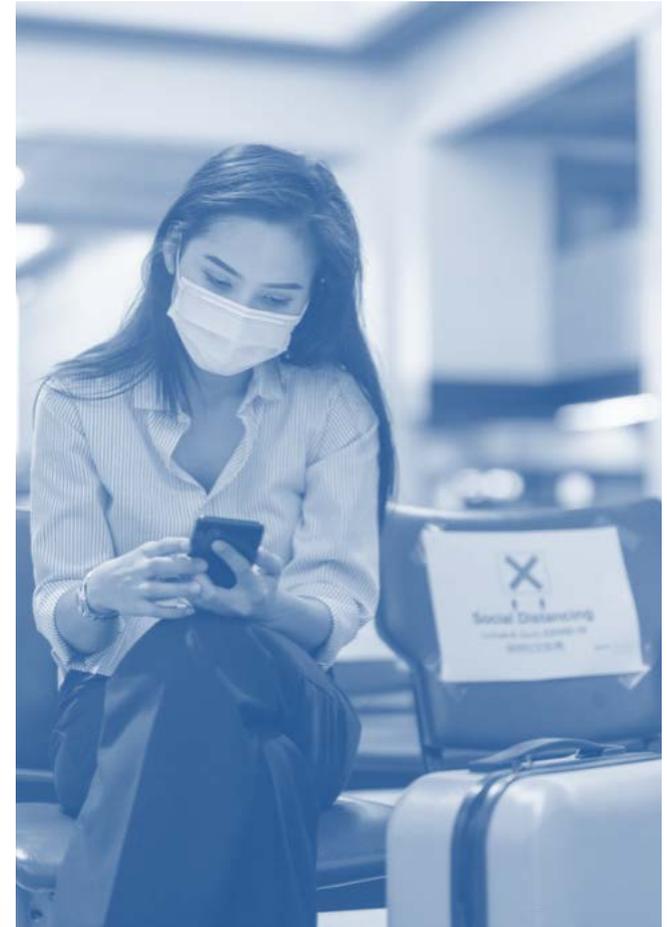
出典：ana.co.jp

感染症の流行による健康懸念からの影響

COVID-19やSARSなど、世界的
または地域的な感染症の流行
による旅客需要の低迷

渡航や入国制限による国際的な移動
そのものの減少や、感染リスクによる
密集空間での長時間移動の不安

フリートのリストラと、乗客の不安を軽減
するキャビン・レイアウトのニーズ

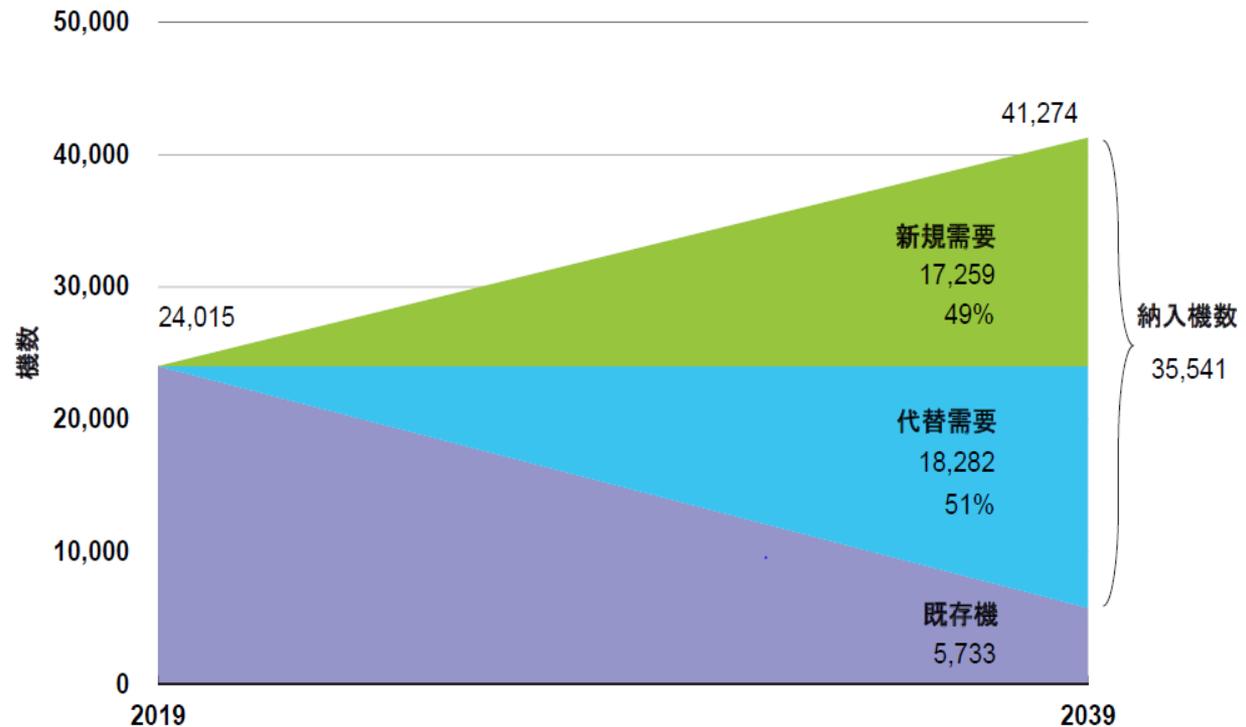


市場規模 — COVID-19以前の予測

2019 - 2039
旅客数 4.7%増

旅客機需要
35000機

アジアの需要
全体の40%



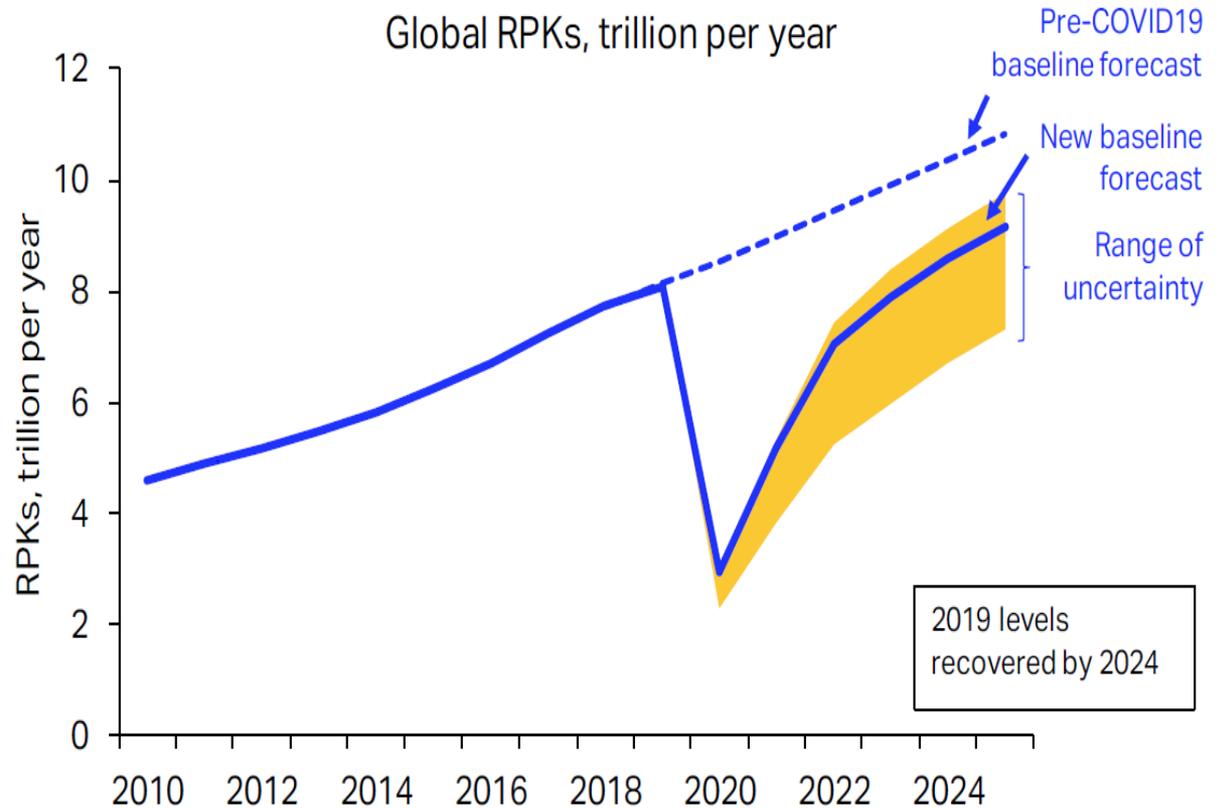
出典：日本航空機開発協会 民間航空機に関する市場予測 2020-2039

市場規模 — COVID-19の影響

2020年のRPKは
昨年比4割減

旅客機需要の
回復に5年

新造機需要の
落ち込み



Source: IATA/ Tourism Economics Air Passenger Forecasts

キャビン・インテリアを取巻く環境 ・ サービス

航空会社のブランド戦略
によるサービスの差別化

CX(顧客体験)価値
の重要性の増大

シームレスな利用体験の提供
航空券購入から目的地到着まで



キャビン・インテリアを取巻く環境 ・ 需要

旅客需要の拡大に伴う
航空機生産量の増大

LCCの普及
MROの需要増加

キャビン・インテリアの
SFEカタログ化



キャビン・インテリアを取巻く環境 ・ 機材

キャビン・インテリアのスリム化
1席でも多く

キャビン環境の改善
LED照明、気圧、湿度、騒音など

PED(個人用電子機器)普及
IFEの在り方の変化



キャビン・インテリアを取巻く環境 ・ SDGs・EGS

SDGsやEGSなど環境意識の高まり
社会的な責任としての
サステイナブルな事業活動の取り組み

SDGsやEGSの理念に沿った
機材の選定や調達
高燃費効率の機体やバイオ燃料用など

キャビン・インテリア製品に対する
環境への配慮の要求

**SUSTAINABLE
DEVELOPMENT
GOALS**

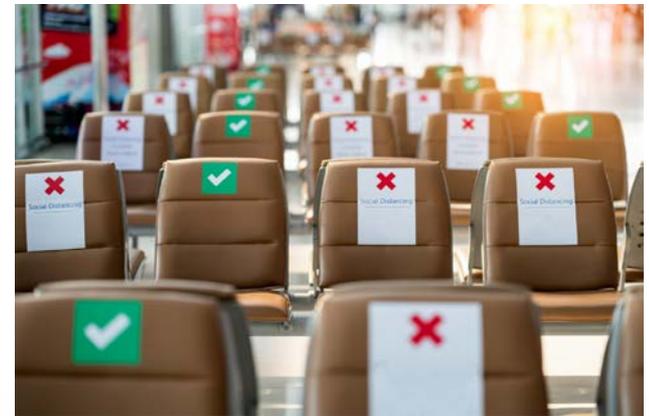


キャビン・インテリアを取巻く環境 ・ 感染症対策

キャビンの在り方の模索が続く
座席配置、食事サービス、感染対策

除菌、滅菌、洗浄
衛生的なキャビン空間の維持

乗客の安心感のための配慮
ハードウェア、ソフトウェア



目次

1. キャビン・インテリア概要
2. 設計開発
 - 質疑応答①
 - 休憩
3. システム・インテグレーション
4. 試験・解析評価と認証取得
 - 質疑応答②

キャビン・インテリアに求められるもの

➤ 航空機装備品として
安全性のための要求

航空機の安全な運航を確かなものにする
ための物理的要求事項

乗客の安全と生存のための要求事項

➤ 客室内装品として
快適性のための要求

乗客の快適性や利便性、満足度を
高めるためのデザインや機能、配慮

航空会社のブランドとサービスを実現する
ためのハードウェアとしての要求事項

調達形態

SFE (Seller Furnished Equipment)



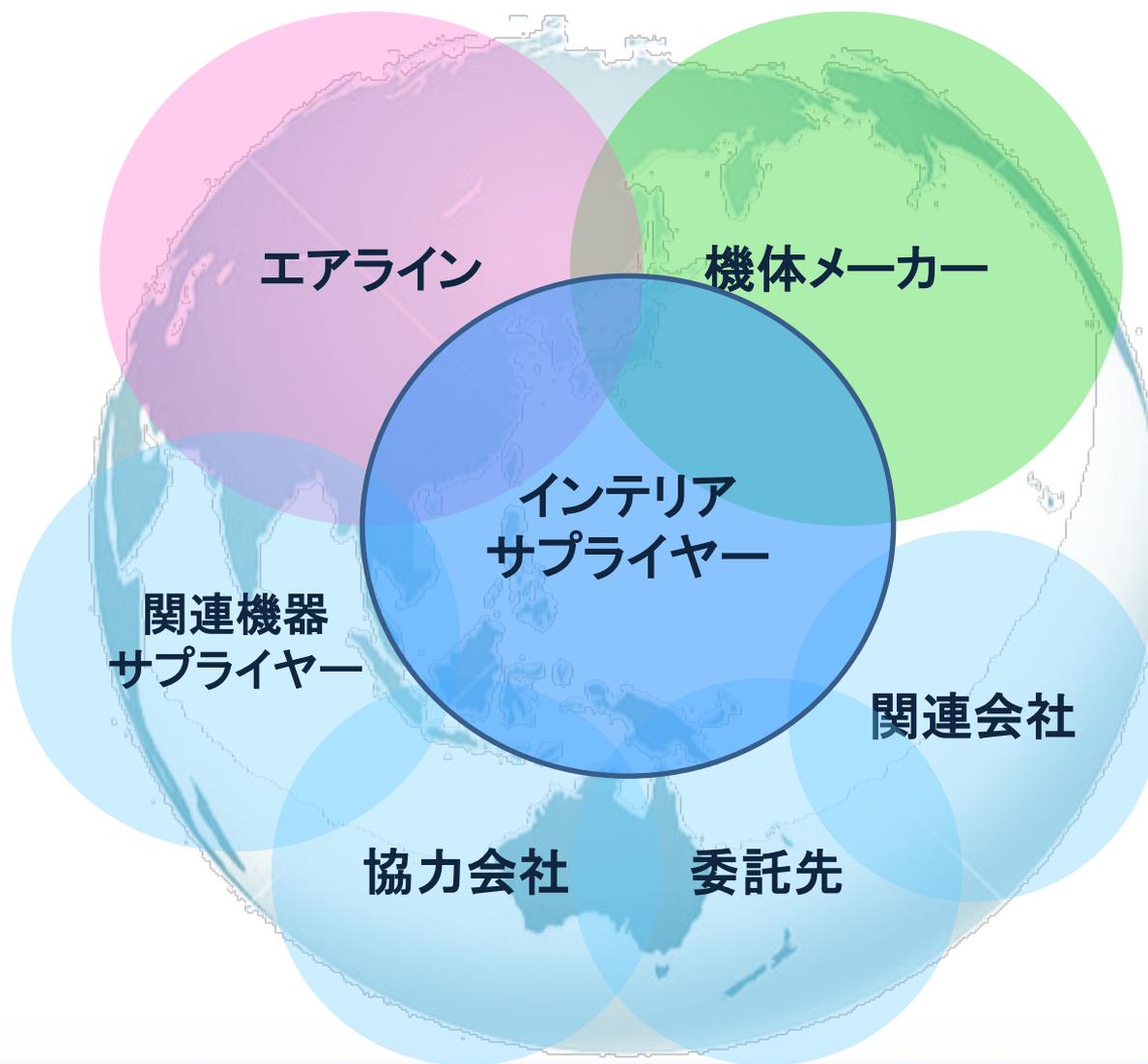
BFE (Buyer Furnished Equipment)



設計開発フロー

| | 担当 | Y1Q1 | Y1Q2 | Y1Q3 | Y1Q4 | Y2Q1 | Y2Q2 | Y2Q3 | Y2Q4 |
|-------|--------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 開発会議 | 航空会社 機体メーカー サプライヤー | ITCM | PDR | | CDR | | | | FAI |
| 仕様策定 | サプライヤー デザイナー 航空会社 | | | | | | | | |
| 設計 | サプライヤー | | | | | | | | |
| 調達 | サプライヤー 航空会社 | | | | | | | | |
| 生産 | サプライヤー | | | | | | | | |
| 試験 | サプライヤー | | | | | | | | |
| 検査・納品 | 航空会社 機体メーカー サプライヤー | | | | | | | | |

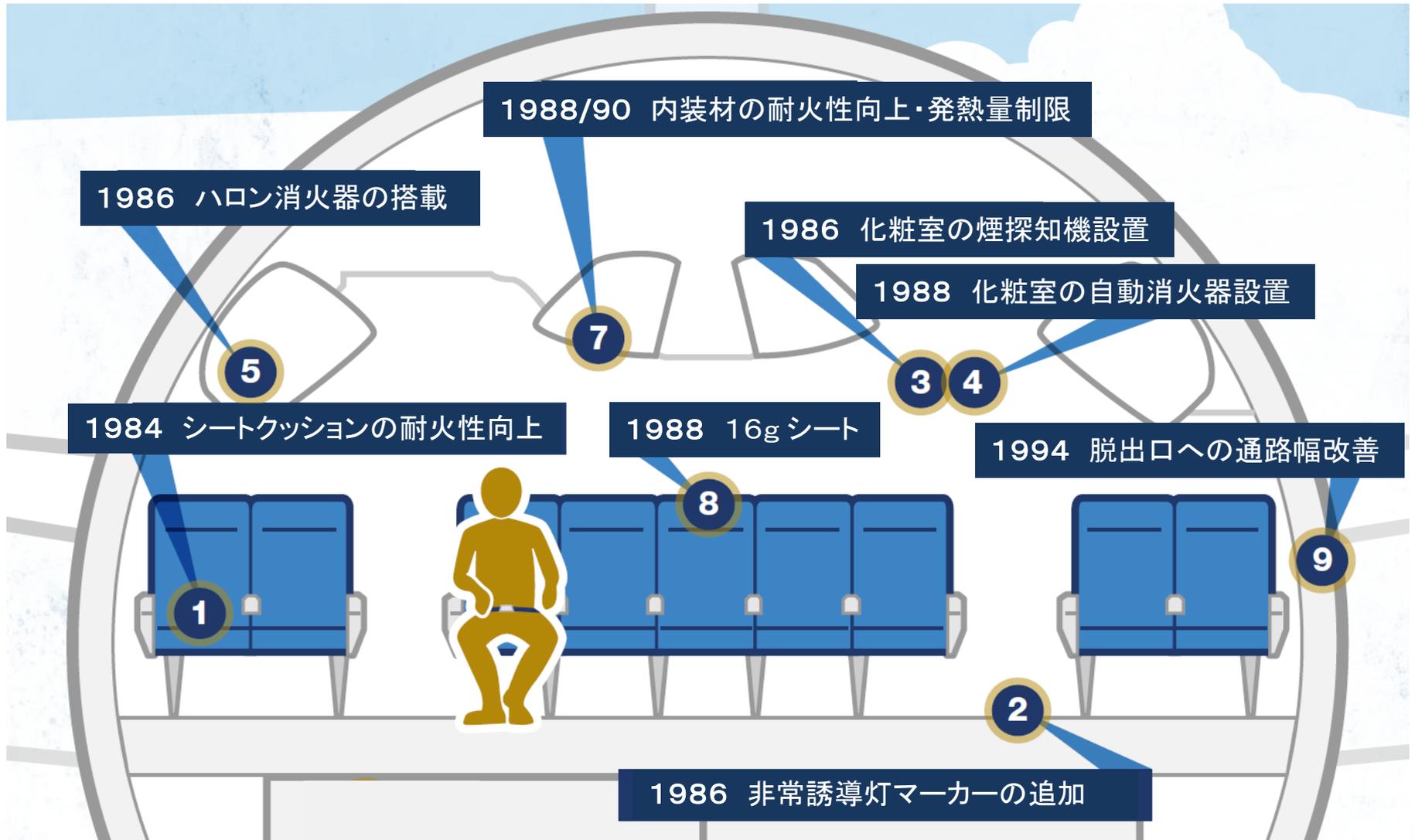
グローバル・コラボレーション



主な設計要求事項 (Certification & Qualification)

| 発行組織 | | 内装品に適用される主な規格 | Galley | Lavatory | Pax Seat |
|--------|------------|--|--------|----------|----------|
| FAA | 米国連邦航空局 | 14 CFR Part 25 AC-25 | ○ | ○ | ○ |
| EASA | 欧州航空安全機関 | CS-25 AMC / GM to Part 25 | ○ | ○ | ○ |
| Boeing | 航空機メーカー | Specification Control Documents | ○ | ○ | ○ |
| Airbus | 航空機メーカー | Frame Specifications | ○ | ○ | ○ |
| SAE | 米国自動車技術者協会 | ARP5526 AS8049 | | | ○ |
| RTCA | 航空無線技術委員会 | DO-160 DO-178 | ○ | ○ | ○ |
| FDA | 米国食品医薬品局 | Interstate Carriers and Support Facilities (4/95) USPHS-308 | ○ | ○ | |

キャビン・インテリアの安全性の改善



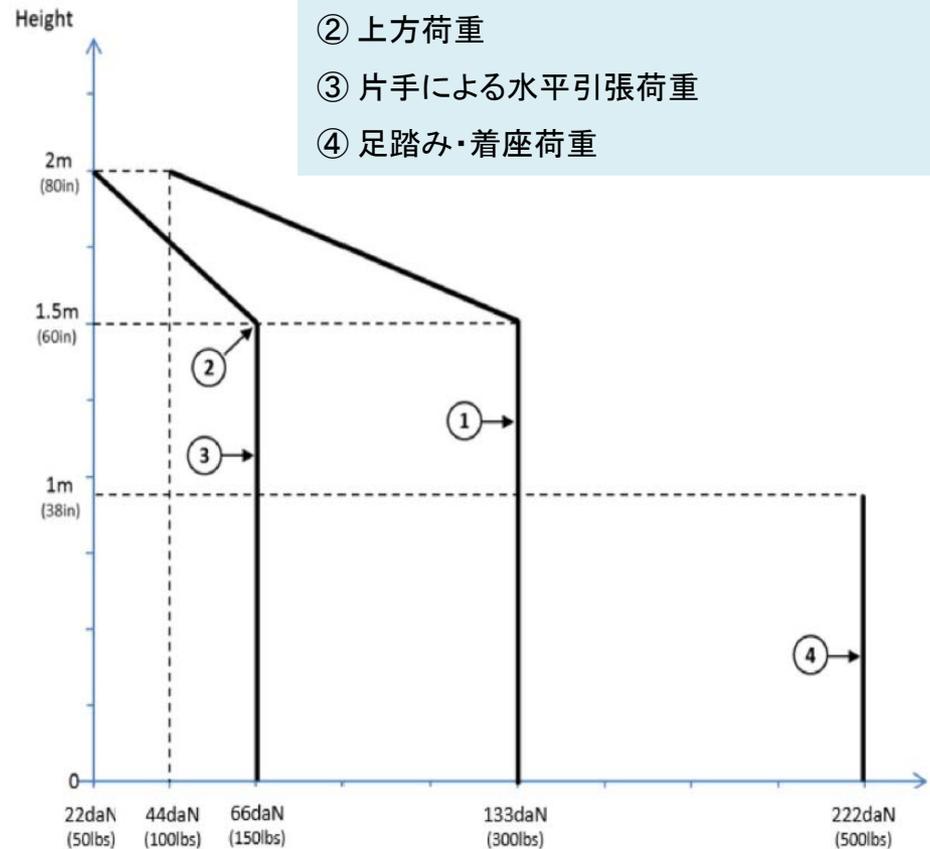
出典：Federal Aviation Administration

キャビン・インテリアの設計要求事項

強度に関する主な要求事項

乱用・アシスト荷重 (EASA CM-S-009)

- 人が対象物に対して加えると想定される使用時の、または乱用した場合の荷重
- キャビン・インテリア製品の高さ(人体を想定した)位置に応じた荷重が規定される。

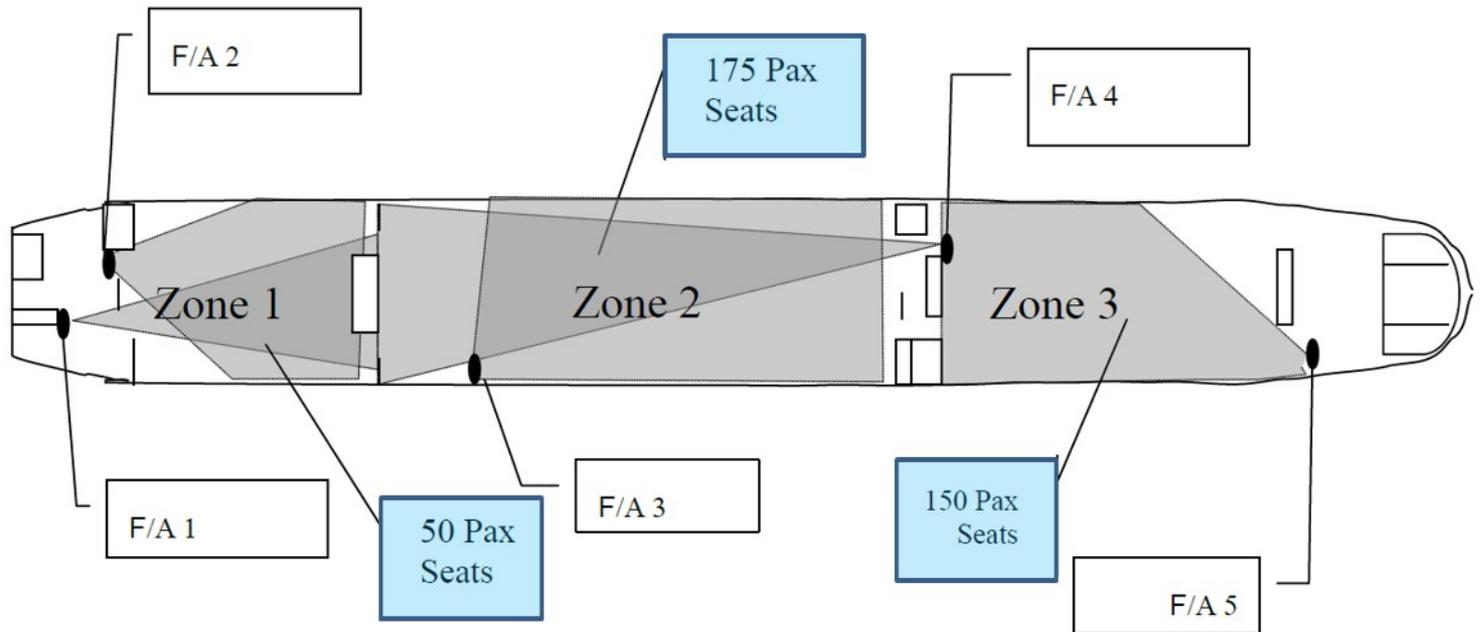


キャビン・インテリアの特別な設計要求事項

客室直接視野 14 CFR 25.785 (AC 25.785-1B)

客室乗務員の直接視野に収まる乗客数の要求

- 各客室区画の25%以上、全乗客の50%以上
- 内装品の配置と大きさ(床からの高さ)に考慮が必要



キャビン・インテリアの特別な設計要求事項

避難経路の確保 FAA 14CFR 25.813, 25.815

非常時避難経路の寸法要求

| Type A | 主通路幅 | 横断通路幅 | 非常口通路幅 | 補助員スペース |
|--------------|-------|-------|--------|----------------|
| 最小値 (インチ) | 20/15 | 20 | 36 | 20×12 (2カ所) |

- 要求値は非常口のタイプにより異なる。

通路幅の寸法要求

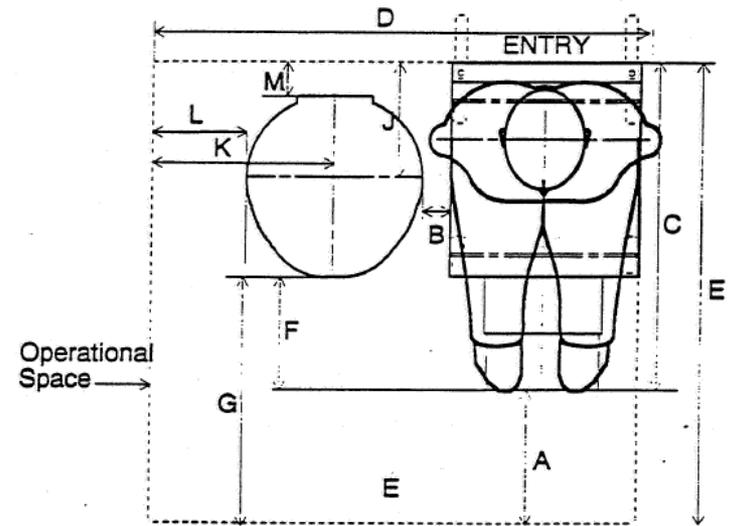
- 主通路(機軸に平行の通路):
 - フロアから高さ25インチ以上: 20インチ
 - フロアから高さ25インチまで: 15インチ
- FAA 横断通路: 20インチ



キャビン・インテリアの特別な設計要求事項

移動困難者 (PRM) への配慮 DOT 14CFR 382 Subpart E

- 可動式通路側アームレスト
乗客30人乗り以上の機体、通路側の座席の半数以上に装備する
- 車椅子が利用できるラバトリー
ワイドボディ機において、プライバシーを確保できる化粧室を少なくとも1つ
- 客室搭載用車椅子の用意
乗客60人乗り以上の機体で1つ
- 乗客の車椅子の収納場所確保
13x36x42インチのスペース 1カ所



キャビン・インテリアの特別な設計要求事項

ラバトリーの火災防止

FAA 14CFR 25.853, 121.308

1. 煙探知警報器の設置
2. 自動消火器の装備
3. 密閉式灰皿の設置
4. 火災封じ込め性能の要求
 - ゴミ箱内での火災の自然消火
 - ゴミ箱外への火炎が貫通又は露出しないこと
 - 消火活動を妨げる程の発煙がないこと

インダストリアル・デザイン会社の関与

今日キャビン・インテリアの大型プログラムでは、航空会社が独自に選定して契約したデザイン会社がインダストリアル・デザイン全体を監修して、製品の外観計上や色柄、素材などを指定することが広く行われている。

このことは、航空会社にとって、そのブランドイメージやCX価値の向上に直接結びつく成果が期待できる一方、サプライヤーにとっては、製品設計や認証試験の課題を増加させたり、スケジュールに影響を与えたりするリスクを孕んでおり、円滑な設計開発の進行には、木目細かなプログラム・マネージメントが重要となる。

目次

1. キャビン・インテリア概要
2. 設計開発
 - 質疑応答①
 - 休憩
3. システム・インテグレーション
4. 試験・解析評価と認証取得
 - 質疑応答②

給排水、および、汚水処理システム

ラバトリーとギャレイの給排水装備は、機体側の給排水システムに接続されており、各インターフェースの仕様から配置、配管の取り回しに至るまで、機体側給排水システムのサプライヤーとの詳細な調整が必要となる。

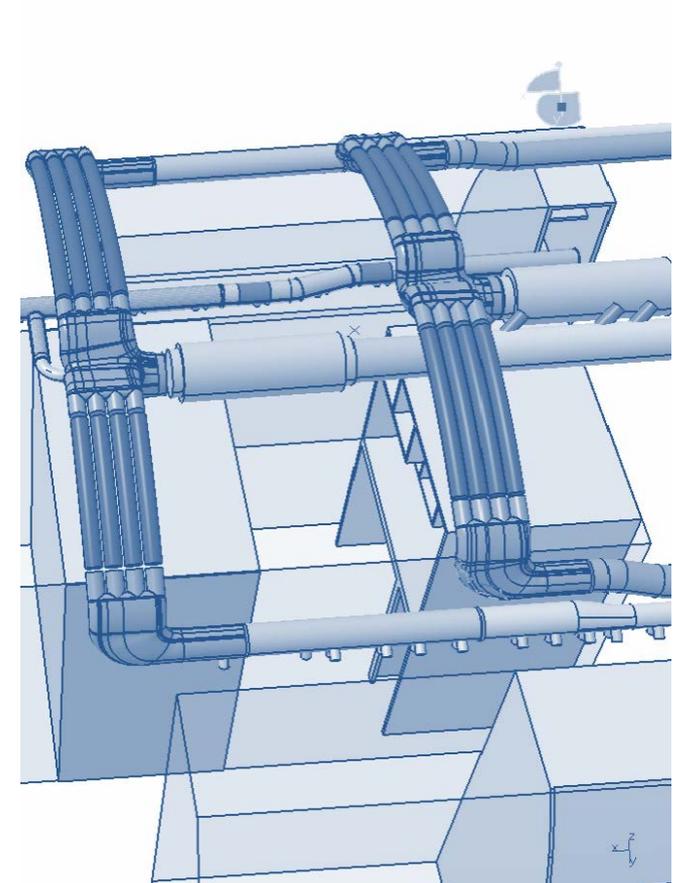
給排水管の取り回しでは、各機種種の巡航姿勢に応じた重力排水勾配の設定、衛生要求による給排水機器間の物理的隔離、汚水の真空排出管の経路設計、また、ベント・バルブ、排水マフラーも設置が必要な場合がある。

空調、排気、および、ギャレー冷却システム

ラバトリーとギャレーには、客室の空調システム(ECS)から、新鮮な空気が供給されると共に、臭気の排気ダクトも接続されている。

各内装品には空調では流速、排気システムの場合は圧力損失等の要求値があり、ダクトの形状や取り回しを調整して要求に適合する必要がある。

また、新しい機種では、ギャレーの食事の保冷のための冷風を、機体側に集中配置したエアチラーから供給するシステムもある。



機内エンターテイメント・システム (IFE)

インフライト・エンターテイメント・システム (IFE) は、主に乗客用シートに組み込まれ、個人用モニターなどにエンターテイメント・プログラムを配信する。

IFEシステムは、単にエンターテイメント・プログラムの配信だけでなく、シートの電源供給装置としての機能もあり、機体側から電源供給を受け、電動シートのアクチュエータ・システムなどの電気電子装備に配電する機能も併せ持っている。

また、IFEのシステム・インテグレーションにおいては、排熱に対する配慮など、機器の配置や周囲の設計との細かな調整も求められる。

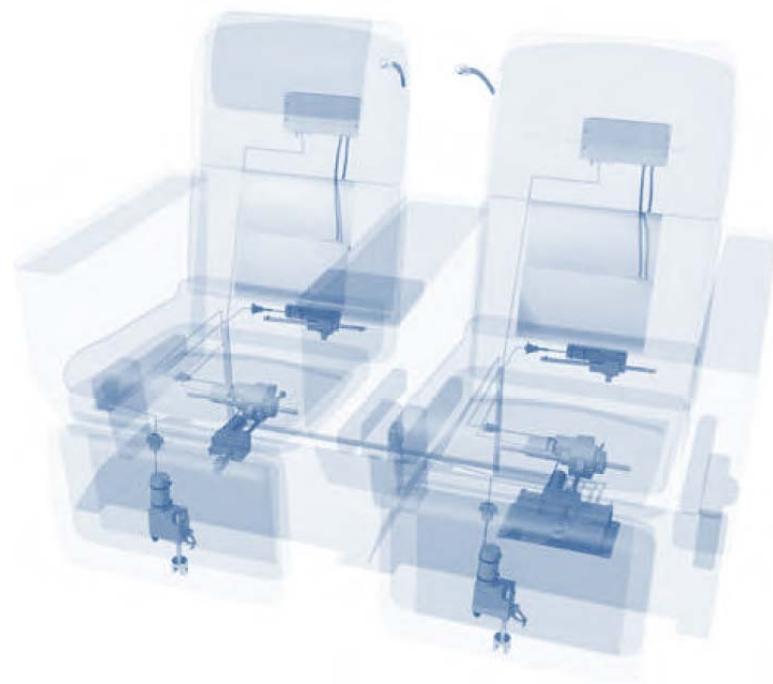


Seat Actuation System

今日ビジネスクラス以上のプレミアムクラスのシートは、短距離路線以外では、そのほとんどが電動式である。シートに求められる機能によって、リニア式、または、回転式のアクチュエータが組み合わせて使用される。

シート各部の動きの速度と角度、タイミングなどを、シートを取り囲むコンソールなどの物理的制限を加味しながら、快適で自然な動きとなるように、プログラミングを行う必要がある。

前述したIFEシステムとのインターフェースなども含めて、シートの快適性を決める重要なインテグレーションである。



目次

1. キャビン・インテリア概要
2. 設計開発
 - 質疑応答①
 - 休憩
3. システム・インテグレーション
4. 試験・解析評価と認証取得
 - 質疑応答②

キャビン・インテリアの試験・評価要求

安全性能に関する主な国や
地域の航空当局の要求事項

- 日本: 航空法 (耐空性審査要領)
- 米国: FAA 14 CFR Part.25
- 欧州: EASA CS-25



キャビン・インテリアの試験・評価要求事項

強度に関する主な要求事項

終局荷重(静荷重)試験 14CFR 25.561

| 荷重方向 | 前方 | 後方 | 上方 | 下方 | 側方 |
|------|-----|--------------|--------------|--------------|-----|
| 荷重倍数 | 9.0 | 1.5 ~ 1.7 | 3.0 ~ 3.7 | 6.0 ~ 6.8 | 3.0 |

運航荷重(静荷重)試験 14CFR 25.365

| 荷重方向 | 前方 | 後方 | 上方 | 下方 | 側方 +下方1.5 |
|------|-----|-----|--------------|--------------|--------------|
| 荷重倍数 | 1.5 | 1.5 | 1.8 ~ 3.7 | 4.4 ~ 6.8 | 1.3 ~ 2.3 |

注) いずれも荷重倍数は機種により異なる

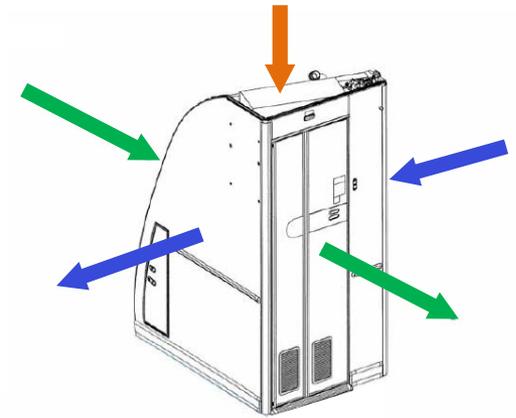
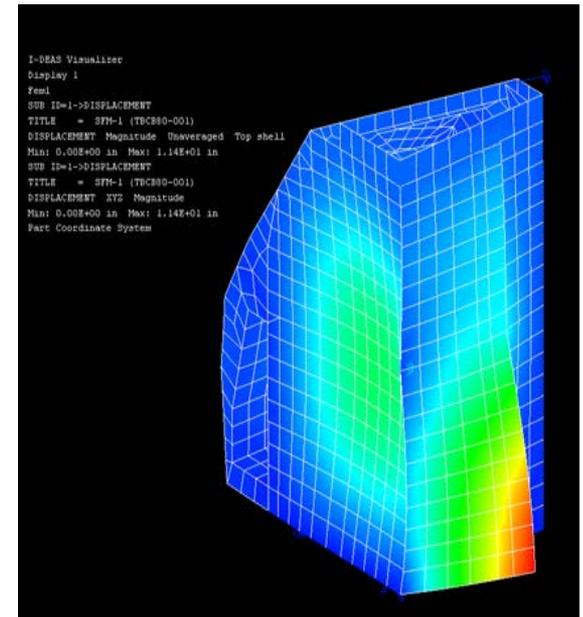


キャビン・インテリアの試験・評価要求事項

強度に関する主な要求事項

急減圧荷重試験 DO-160 Sec.4.6

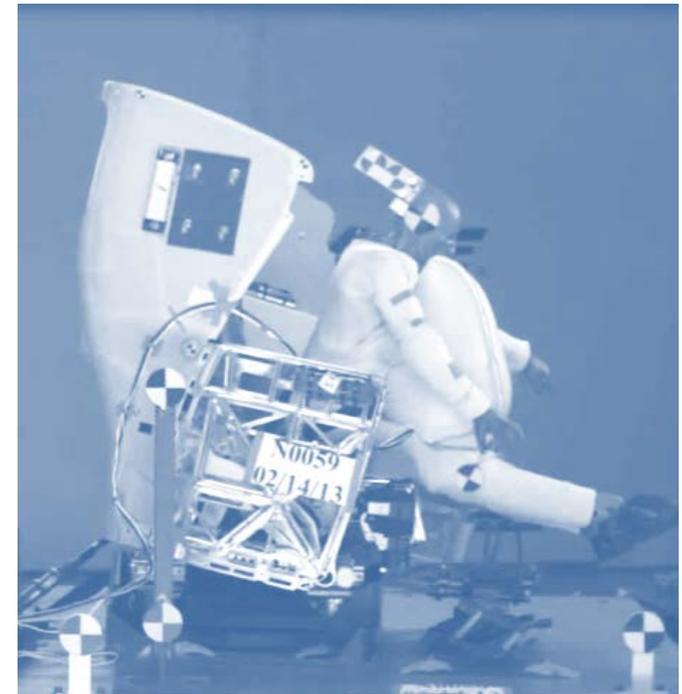
- 操縦室などの外壁破損による急減圧を想定
- 閉鎖空間を持つ内装品に限らず適用される
- 機種と破損箇所、内装品の位置や壁面により荷重が異なる



キャビン・インテリアの試験・評価要求事項

シートの強度や安全性に関する主な要求事項

- 動荷重試験 FAR 14CFR 25.562, AS6316, AS8049
前方16g ・ 下方14g
人体に掛かる荷重に制限値がある。
- 頭部衝突基準 HIC=1000
- 頸部損傷基準 $N_{ij}=1.0$
- 頸部回転基準 105°
- 腰部脊柱引張荷重 $F_z=1200\text{ lbs}$
- 致命傷危険排除



キャビン・インテリアの試験・評価要求事項

燃焼性に関する主な要求事項

1. 自己消火性能(ブンゼンバーナー試験) 14CFR 25.853 (a)

- 垂直着火60秒： 自己消化15秒以内、燃焼長6インチ以下
- 垂直着火12秒： 自己消化15秒以内、燃焼長8インチ以下

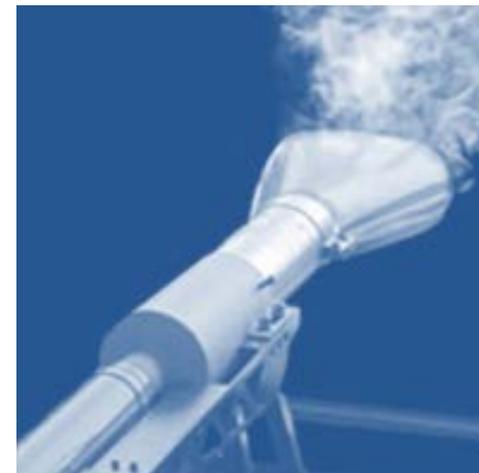
2. 発熱量率(ヒートリリース) 14CFR 25.853 (d)

- ピーク時発熱量：65 KW/m²
- 総発熱量：65 KW・min/m²
- シートについては、FAAの発熱量率の特別条件(HRSC)を適用



キャビン・インテリアの試験・評価要求事項

燃焼性に関する主な要求事項



3. 発煙量 14CFR 25.853 (d)

- 最大光学濃度200

4. 有毒ガス発生量

| 種類 | HCN | HF | HCl | SO ₂ | NO _x |
|--------|-----|-----|-----|-----------------|-----------------|
| 濃度 ppm | 150 | 200 | 500 | 100 | 100 |

5. オイル・バーナー試験(シート・クッション) 14CFR 25.853 (c)

- 燃焼による重量損失10%以下
- 最大燃焼長17インチ以下

認証の取得 ① TC/Line-Fit

FAA・EASA: Type Certificate (TC)

JCAB:

- 航空機: 型式証明
- 重要装備品以外の装備品の設計承認: 仕様承認

新造機 (Line-Fit) として機体のTCの下で内装品が機体に搭載される場合は、機体メーカーの組織認証に基づいて必要書類を添えて製品を納品する。



JCAB

認証の取得 ② STC/Retro-Fit

FAA ・ EASA ・ JCAB

追加型式設計承認 STC (Supplemental Type Certificate)



認証の取得 ③ TSO

TSOの要求事項に基づいて材料、部品、または機器を製造することを認可された製品をTSO認可品と呼び、設計と製造の両方の承認が得られるが、機体へ搭載するための認可ではない。



FAA TSO

TSO-C22 Safety Belts

TSO-C39 Aircraft Seats and Berths

TSO-C127 Rotorcraft, Transport Airplane, and Normal and Utility Airplane Seating Systems

TSO-C174 Galley Cart, Containers and Associated Components

TSO-C184 Airplane Galley Insert Equipment, Electrical/Pressurized

EASA ETSO

基本的にFAA TSOに準じ、TSO番号も同じ。

認証の取得 ④ 改修キット・スペアパーツなど

Authorized Release Certificate

- FAA: Form 8130-3 Airworthiness Approval Tag
- EASA: Form 1
- JCAB: 装備品基準適合証

(現在は重要装備品が対象。2022年6月から全ての装備品に適用)

| | | | | | | |
|--|-----------------|---|------------------|---------------|--------------------|--|
| 1. Approving National Aviation Authority/Country: UNITED STATES | | 2. AUTHORIZED RELEASE CERTIFICATE FAA Form 8130-3, AIRWORTHINESS APPROVAL TAG | | | | |
| 4. Organization Name and Address: | | | | | | |
| 6. Item: | 7. Description: | 8. Part Number: | 9. Eligibility:* | 10. Quantity: | 11. Serial/Batch N | |
| | | | | | | |
| 13. Remarks: | | | | | | |

| | |
|--|---|
| 1. Approving Competent Authority/Country | 2. AUTHORISED RELEASE CERTIFICATE EASA FORM 1 |
| 4. Organisation Name and Address: | |



ご清聴ありがとうございました。