

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・マネジメント

——航空機関係テキスト集——

教材 01： 航空機開発の特質 — ビジネス規模と航空機の特徴

機体価格



| 機種 | 参考：2018年価格 |
|------------------------|---------------|
| エアバス A380 | \$446M |
| ボーイング 747 | \$403M |
| ボーイング 777 | \$295M～\$425M |
| ボーイング 787 | \$239M～\$326M |
| ボーイング 737 | \$86M～\$130M |
| ボンバルディア CRJ700/CRJ1000 | \$41M～\$50M |
| エンブラエル 170/175/190/195 | \$43M～\$69M |

データ出所：<https://leehamnews.com/2018/02/26/pontifications-oems-hike-list-prices/>

1 座席あたりの価格

■ 自動車

約 \$4,000

75倍～175倍



■ 民間航空機

\$300,000～\$700,000

(リージョナル機/シングルアイル機 ～ 787/A350)



生産高

日本での生産高

| 製品 | 生産高 |
|-----|------|
| 家電 | 21兆円 |
| 自動車 | 37兆円 |
| 航空機 | 1兆円 |

(経済産業省工業統計調査H23年のデータから算出)

世界の航空機産業

| 国名 | 生産高 | 雇用 |
|------|----------|--------|
| 米国 | 1,895億ドル | 62.4万人 |
| フランス | 488億ドル | 15.7万人 |
| ドイツ | 381億ドル | 9.5万人 |
| 日本 | 113億ドル | 2.5万人 |

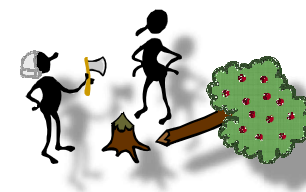


| 一人当たりの生産高 |
|-----------|
| 30万ドル |
| 31万ドル |
| 40万ドル |
| 45万ドル |

政府研究開発投資

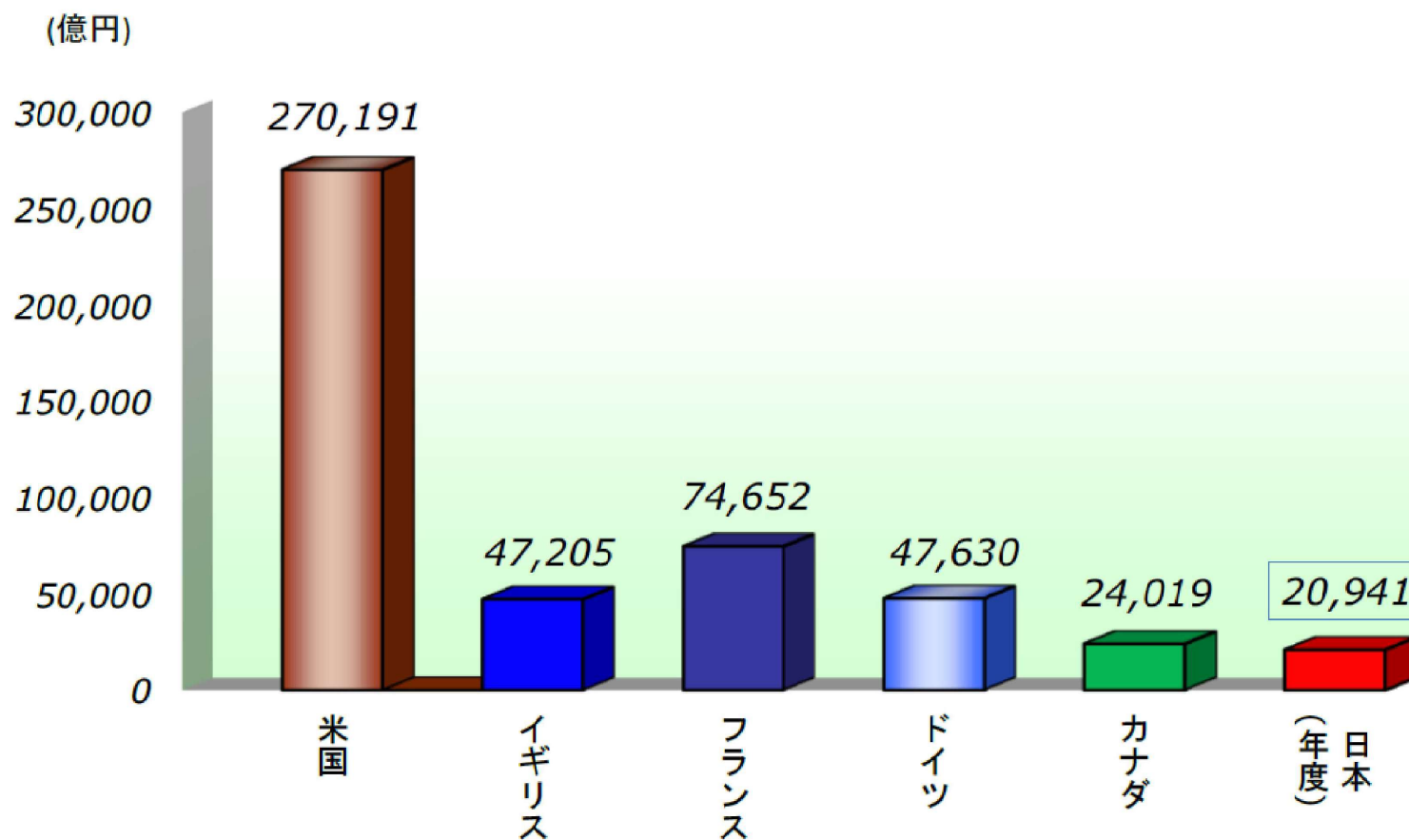
- 欧米が数百億円規模に対し、日本は30億円規模。

(文科省研究開発局 航空科学技術委員会H25.5.23より抜粋)



世界における我が国の航空宇宙産業

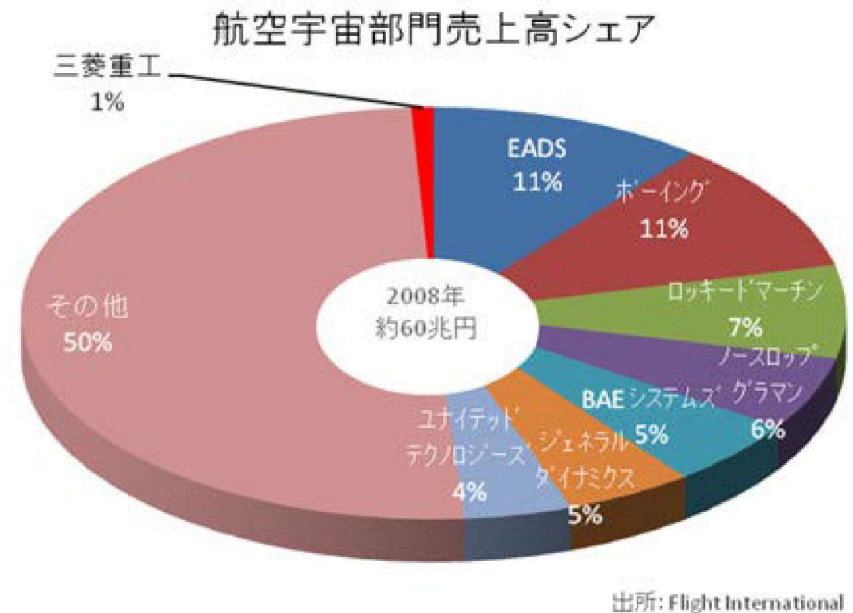
H29年 主要国の航空宇宙工業の生産額



日本の航空宇宙産業の市場規模（2.1兆円）は米国（27兆円）の約1/13

世界市場における日本企業

| 航空宇宙部門売上高ランキング(百万ドル) | | | |
|----------------------|----------------|---|--------|
| 1 | EADS | 蘭 | 63,308 |
| 2 | ボーイング | 米 | 60,909 |
| 3 | ロッキード・マーチン | 米 | 42,731 |
| 4 | ノースロップ・グラマン | 米 | 33,887 |
| 5 | BAE システムズ | 英 | 30,928 |
| 6 | ジェネラル・ダイナミクス | 米 | 29,300 |
| 7 | ユナイテッド・テクノロジーズ | 米 | 24,540 |
| 8 | レイセオン | 米 | 23,174 |
| 9 | フィンメカニカ | 伊 | 23,030 |
| 10 | タレス | 仏 | 18,532 |
| 11 | G.E. | 米 | 16,819 |
| 22 | 三菱重工業 | 日 | 5,089 |
| 34 | IHI | 日 | 2,890 |
| 42 | 川崎重工業 | 日 | 1,994 |
| 54 | パナソニック | 日 | 1,136 |
| 65 | 富士重工業 | 日 | 805 |
| 90 | ジャムコ | 日 | 425 |

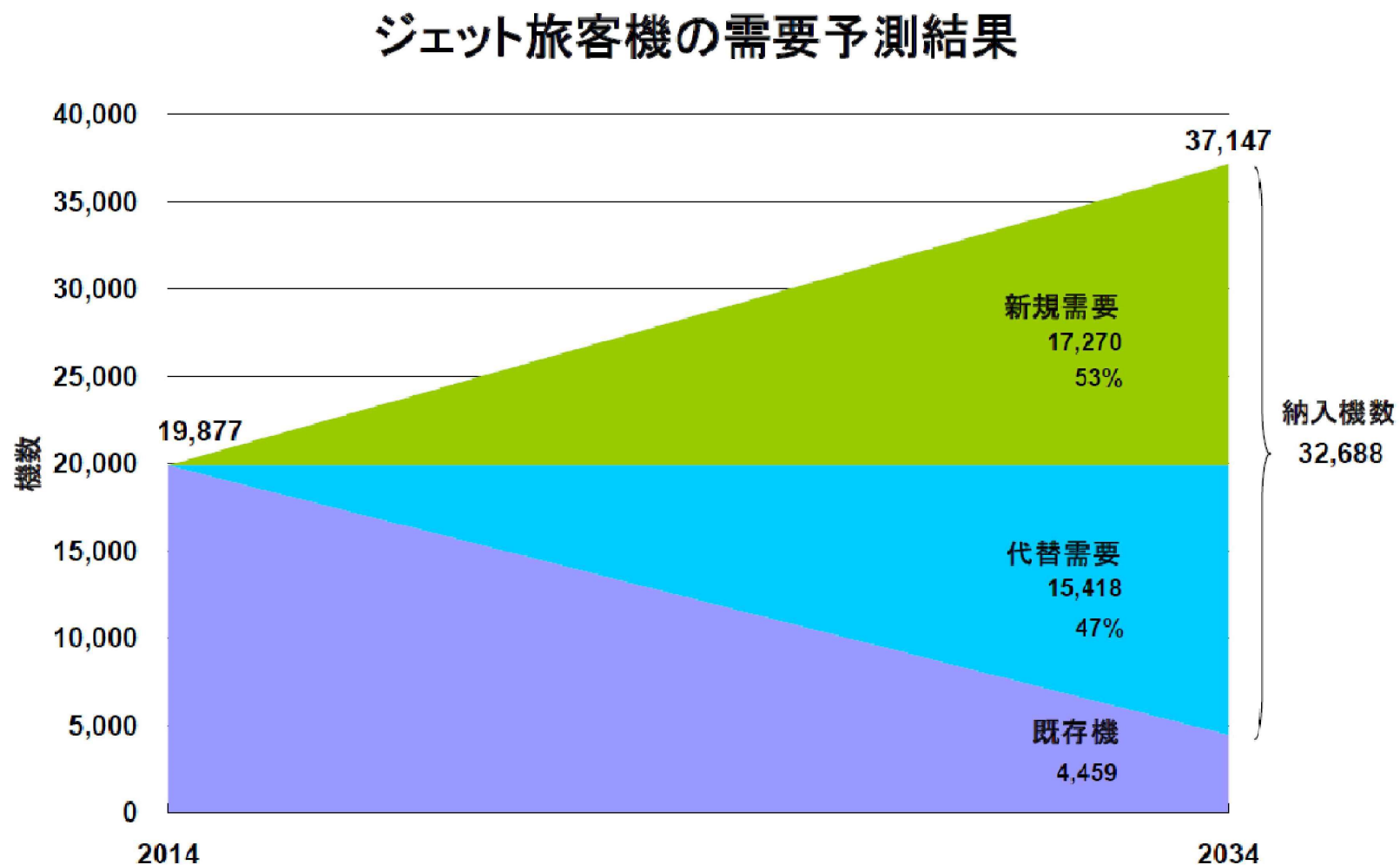


出所 : Flight International

売上高ランキング上位はすべて欧米勢で、国内勢は最高で 22 位

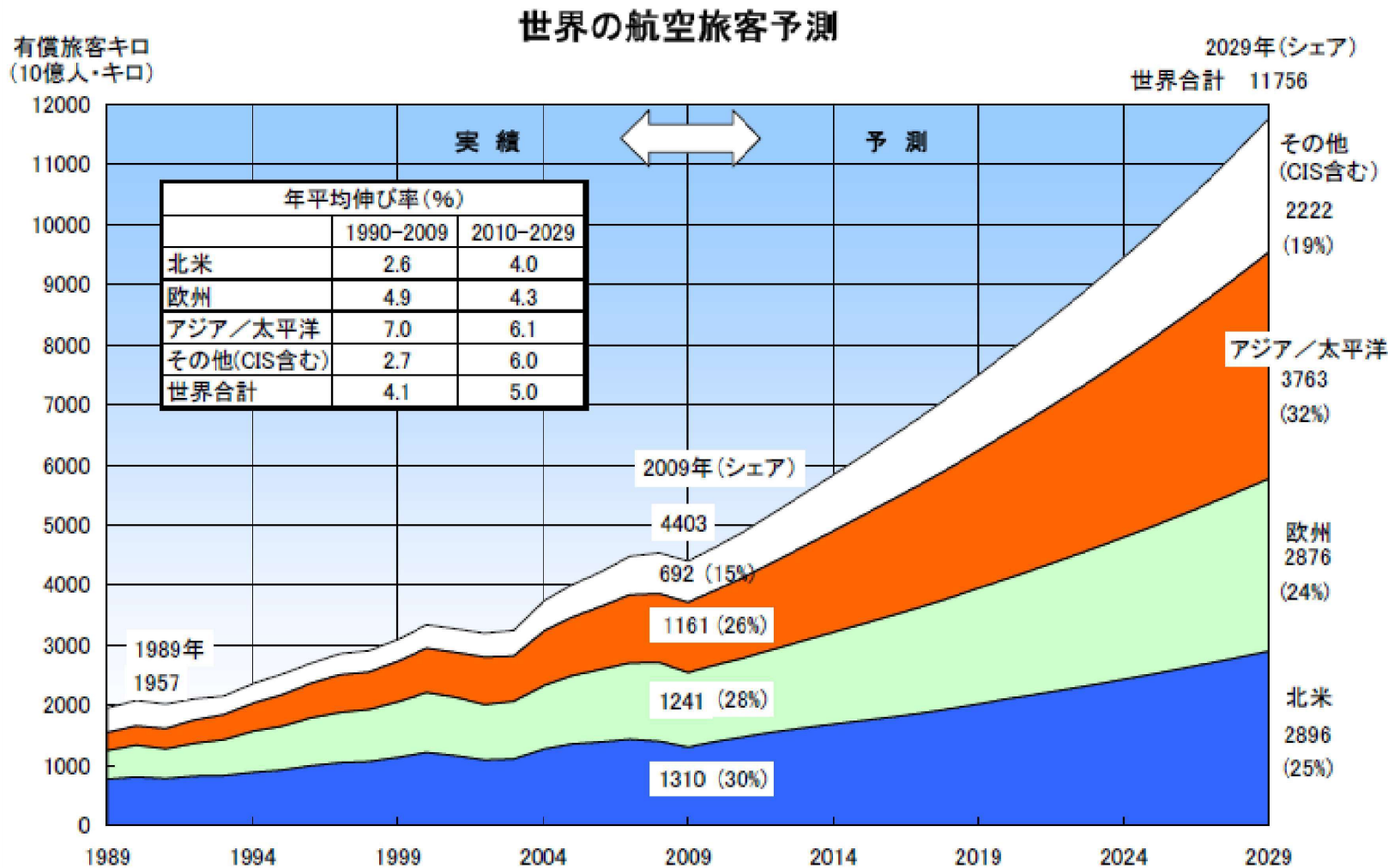
出所 : 2013年1月25日 株式会社 日本政策投資銀行
国内航空機産業の現状課題と将来動向 航空機ビジネスの俯瞰図

需要予測 — JADC 平成25年3月の予測



元データ出所：JADC 平成25年度版 民間航空機に関する市場予測2015-2034
2015年3月 一般財団法人 日本航空機開発協会

世界の航空旅客需要予測（地域別）

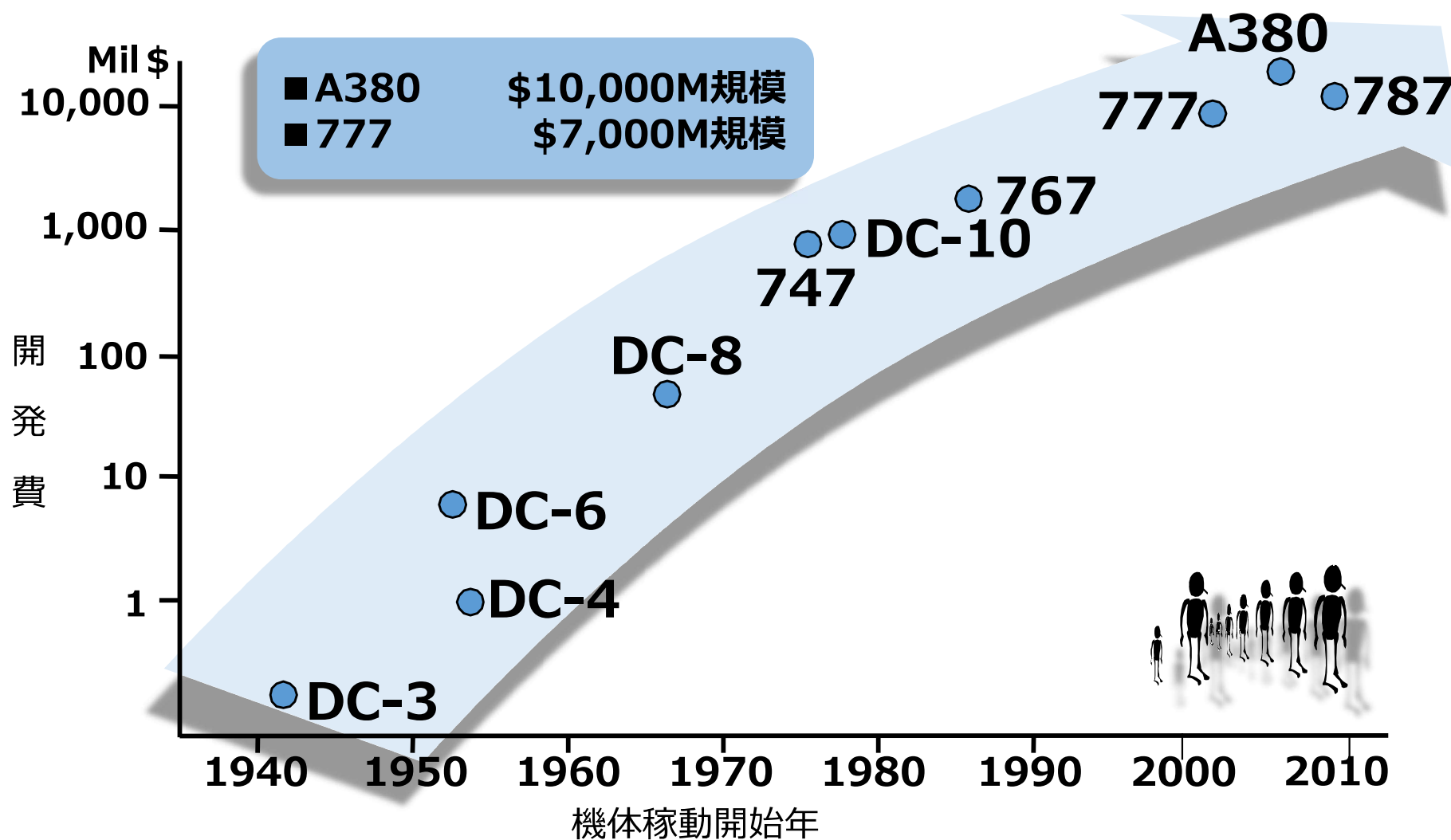


出所：日本航空機開発協会

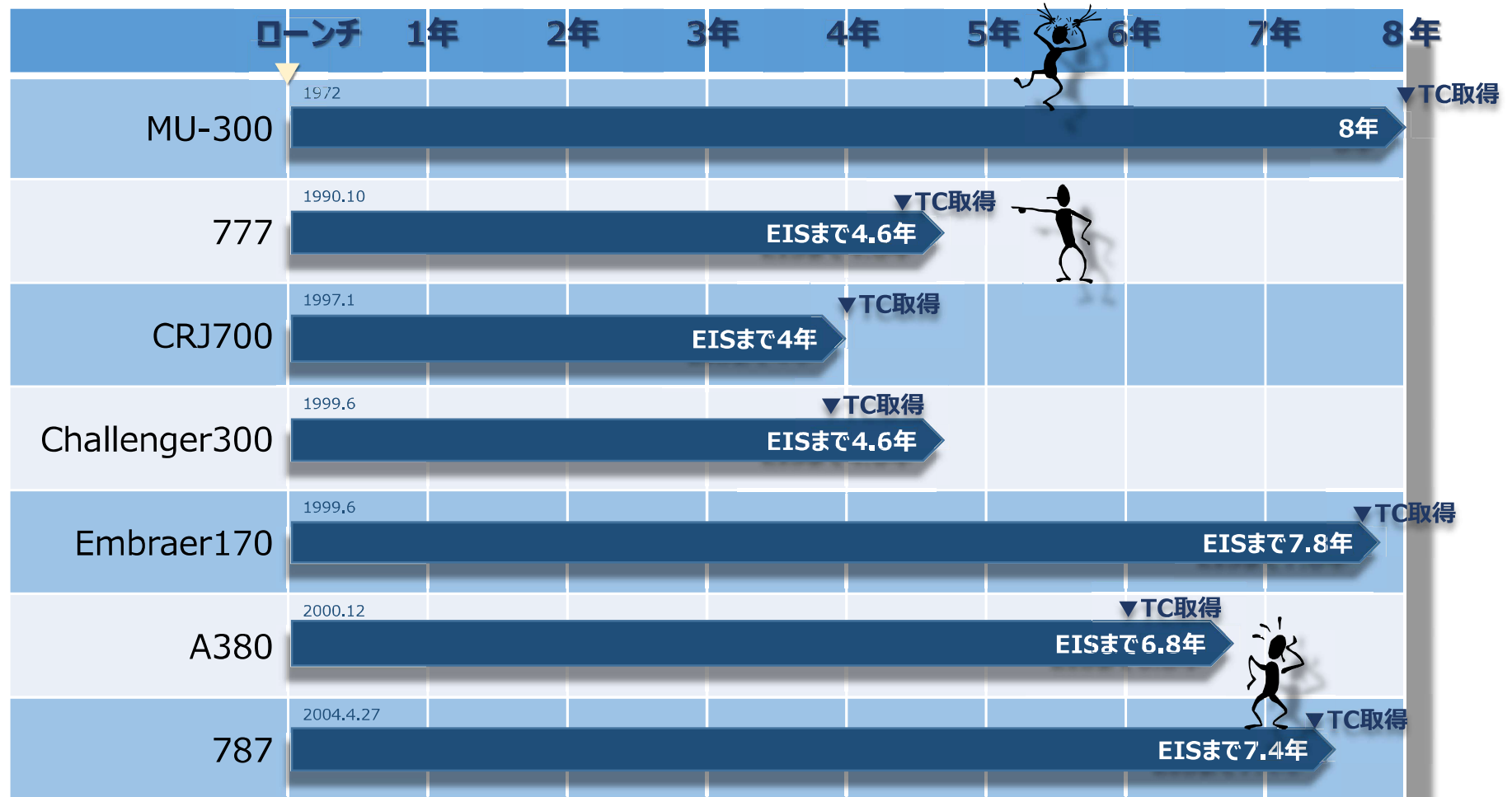
アジア市場は経済発展を背景に世界最大の市場に成長

出所：2013年1月25日 株式会社 日本政策投資銀行
国内航空機産業の現状課題と将来動向 航空機ビジネスの俯瞰図

開發費規模



民間航空機の開発期間

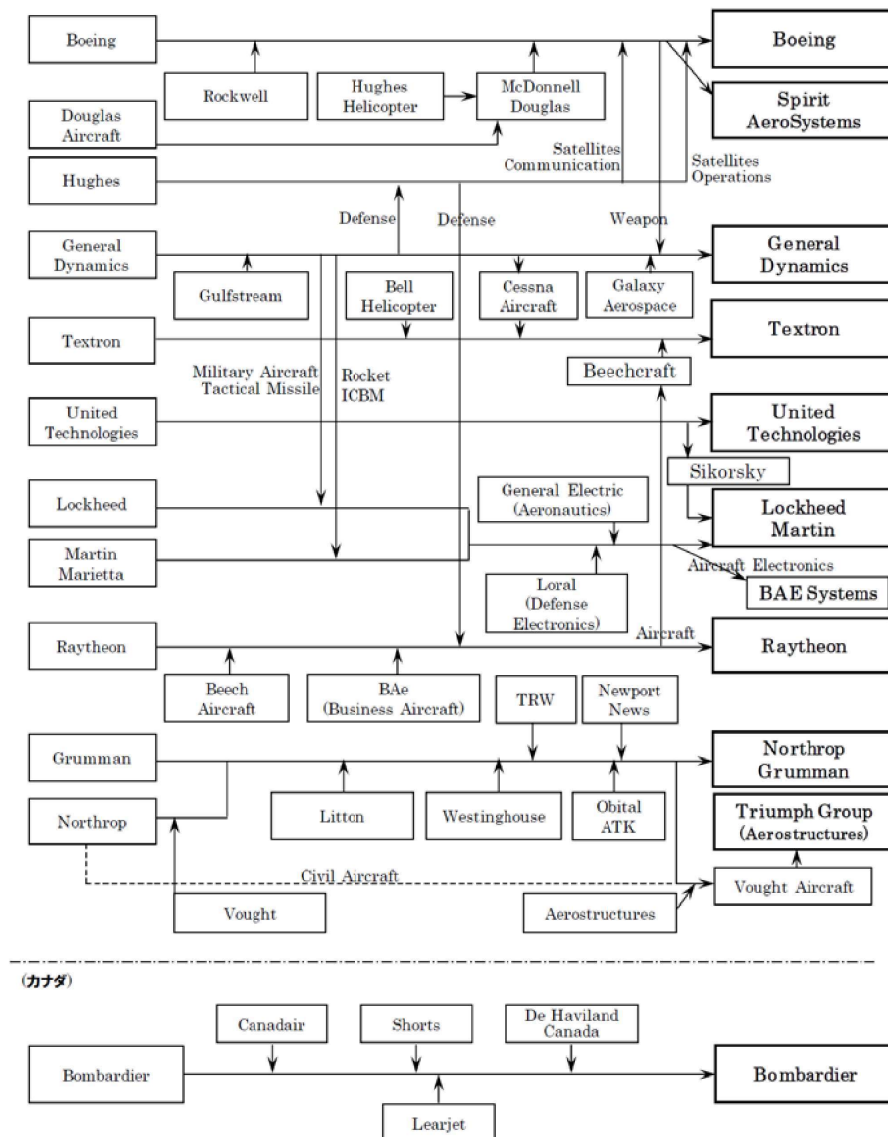


参考：自動車

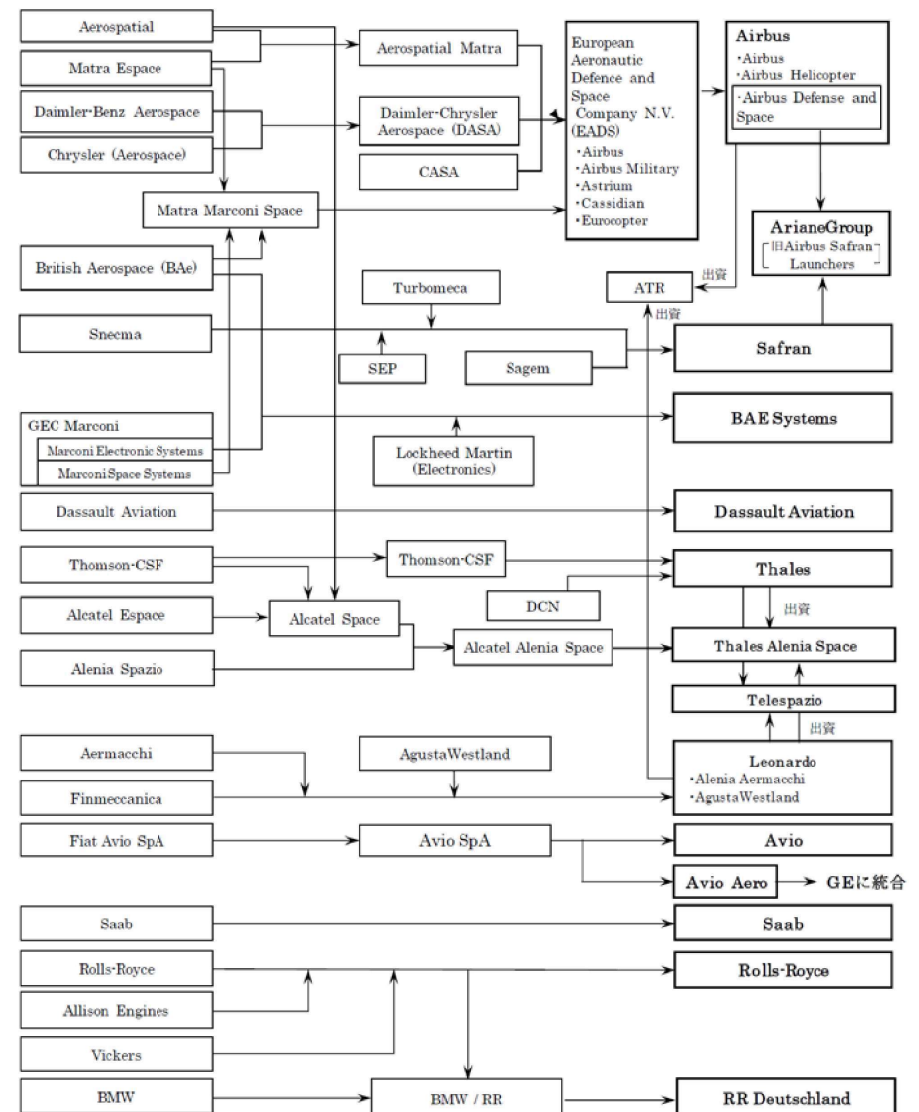
1年未満

M&A

アメリカ・カナダ航空宇宙産業のM&A

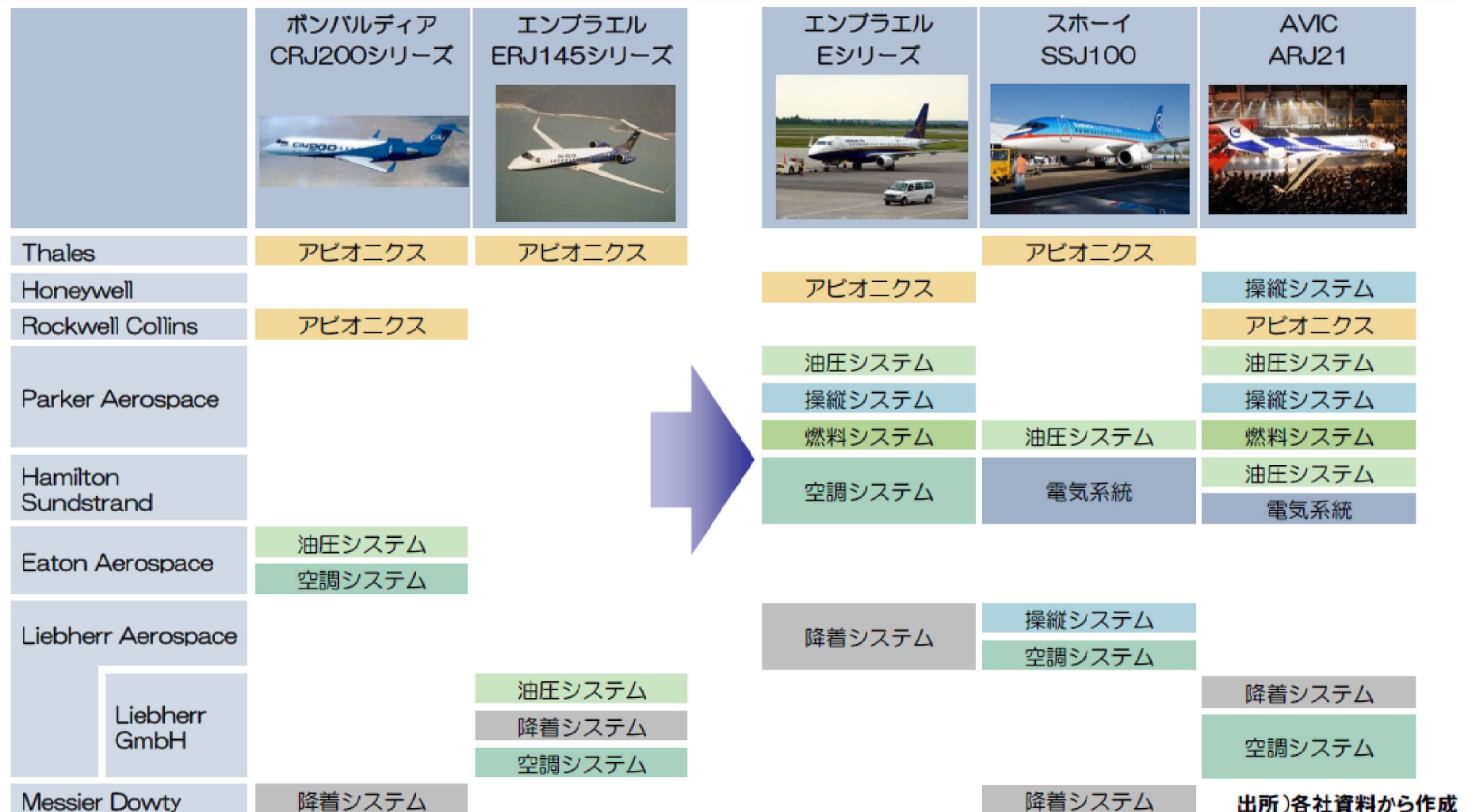


ヨーロッパ航空宇宙産業のM&A



出典：航空宇宙産業データベース
令和元年7月 一般社団法人 日本航空宇宙工業会

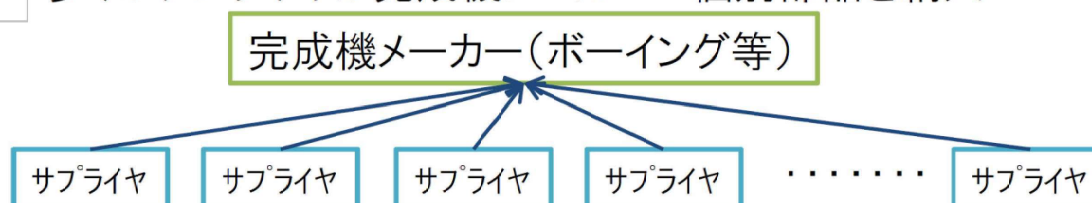
航空産業クラスターの方向性：重要となるサプライヤの役割



完成機メーカー調達方針の変化

従 来

多くのサプライヤが完成機メーカーへ個別部品を納入

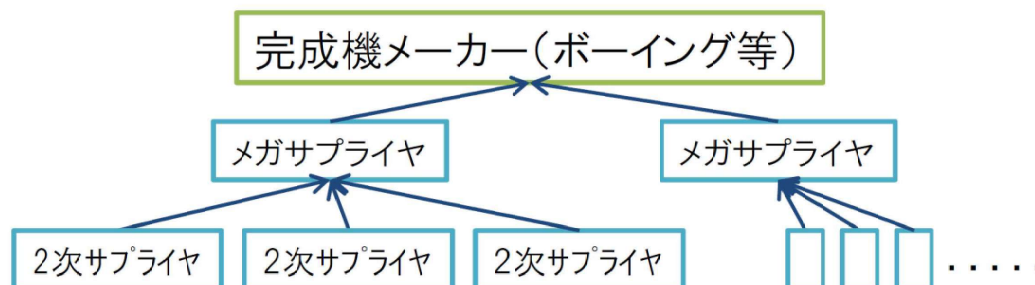


開発負担分散のための国際分業体制

移動式ライン導入による組み付け容易性の必要

現 在

完成品モジュール納入を要求⇒直接取引するサプライヤ数絞り込み

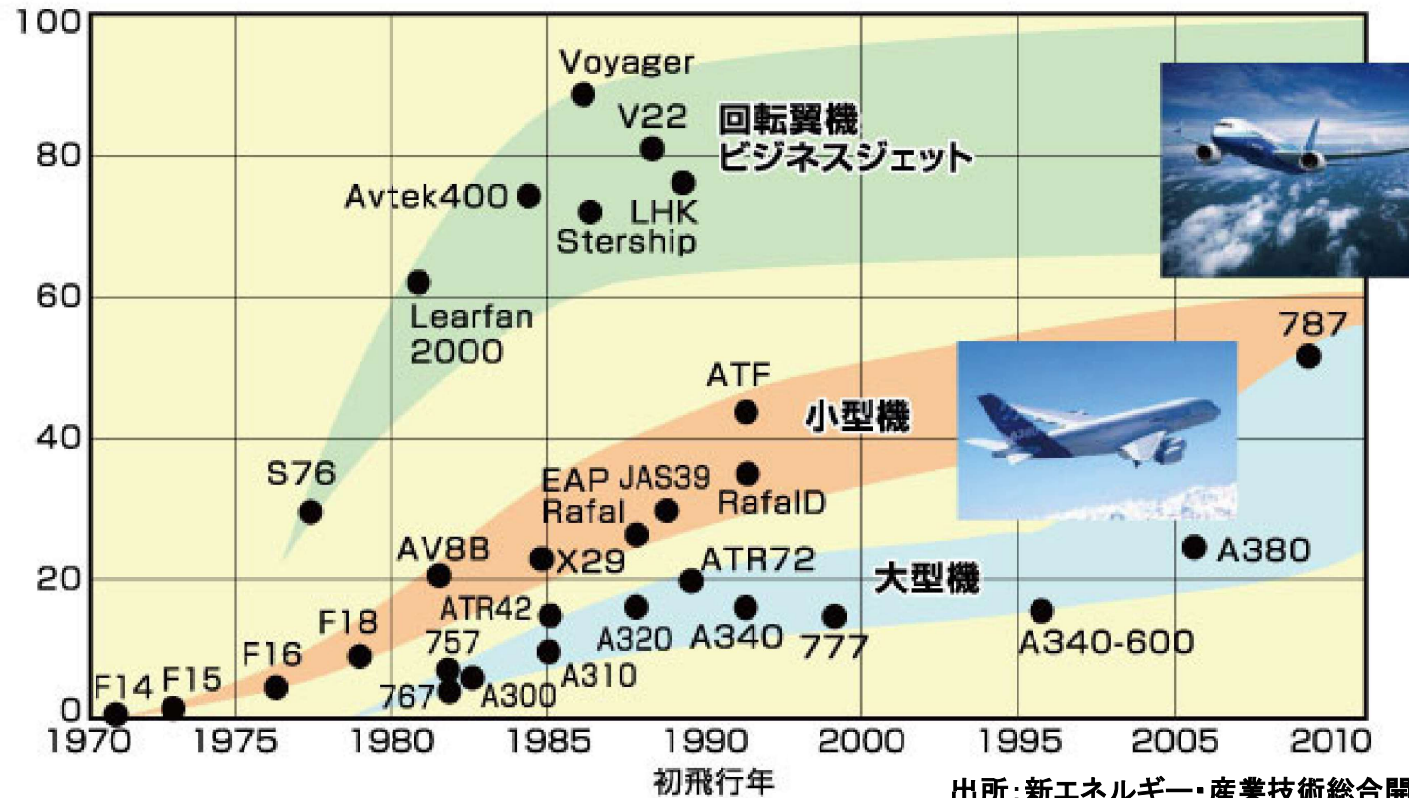


複合材使用量の増加

機体材料がアルミ合金から複合材(CFRP)中心へ

航空機への複合材料の適用

機体重量に占める複合材料の割合(%)



T2サプライヤにとって材料変換はリスク

出所: 2013年1月25日 株式会社 日本政策投資銀行
国内航空機産業の現状課題と将来動向 航空機ビジネスの俯瞰図

国内におけるサプライチェーンの課題

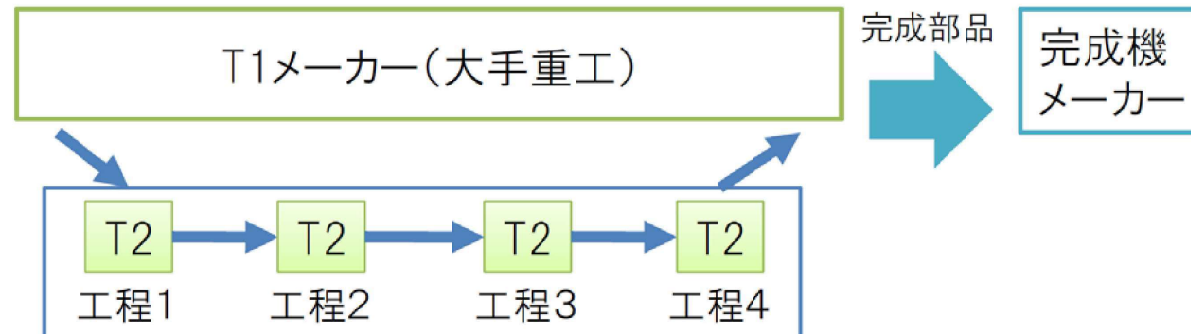
現 状

治工具設計や生産管理の負担が重い



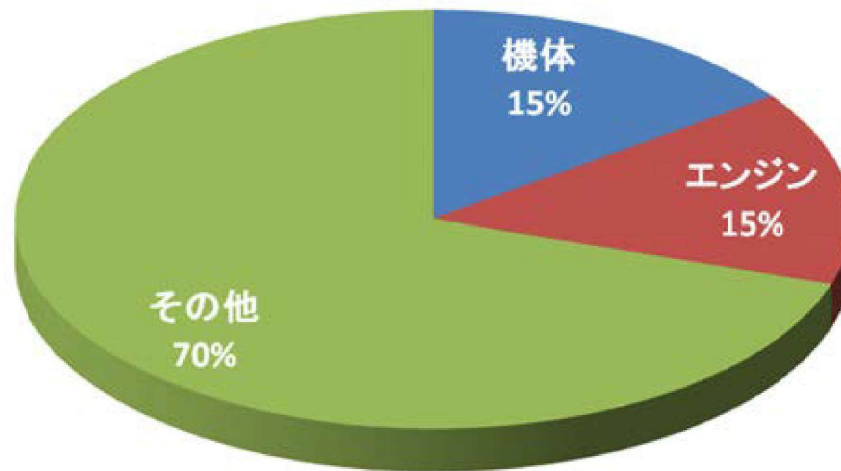
将 来

T1の管理負担軽減



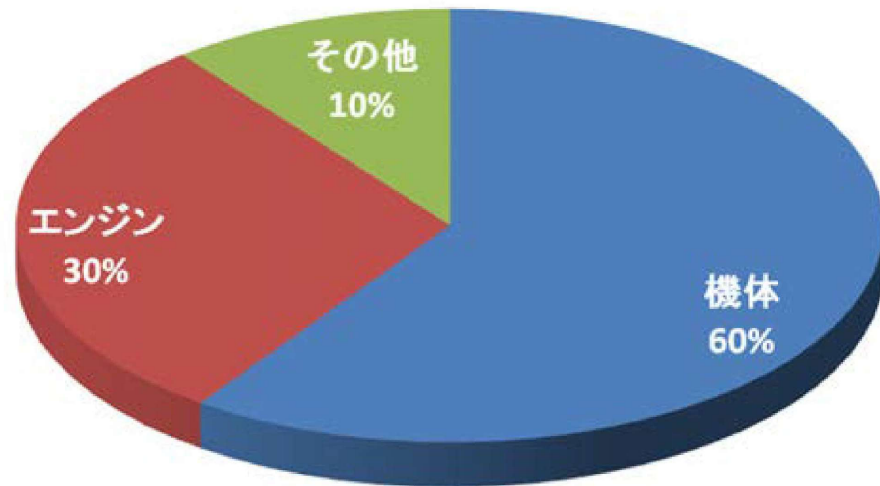
航空機の原価構成と分野別サプライヤ比率

航空機の原価構成



出所：当行ヒアリング

品種別生産額比率(2009年度)



出所：日本航空宇宙工業会

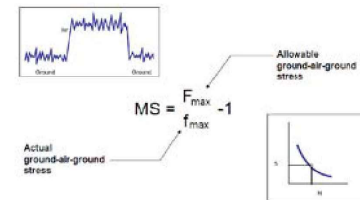
今後は付加価値の高い装備品や補修発注が期待できる部品等の
受注量の増加が求められる

安全性・信頼性の追求

■ 構造様式

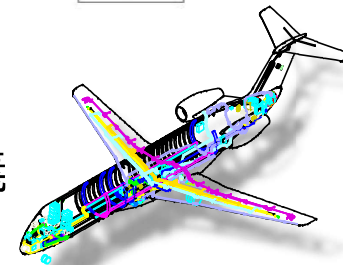
- ・安全係数 : Safety Factor 構造様式
- ・Fail Safe設計
- ・Damage Tolerance設計
- ・疲労寿命

Fatigue Margins of Safety Are Computed Based on the Fatigue Allowables and Maximum GAG Stresses



■ 装備品

- ・故障の発生確立が 10^{-9} 以下であること
⇒ 1000機が100万時間無事故であることと同義
- ・複雑なシステムの開発ガイドライン (V Process)



■ 設計の基準となる法規・基準

- ・米国 : Federal Aviation Regulations
= CFR Title 14 Part 25
- ・欧州 : EASA JAR
- ・日本 : 耐空性審査要領 (航空法施行規則附属書第1から第3)



最近のRegulationの動向

■Aging Aircraft対策

- FAR Part 26 (EWIS関連含む)
- AC 26-1 - Part 26, Continued airworthiness and Safety Improvements
 - Enhanced Airworthiness Program for Airplane Systems
 - Reduction of Fuel Tank Flammability in Transport Category Airplanes
 - Aging Airplane Safety, and Widespread Fatigue Damage
 - Generic guidance on the roles and responsibilities of type certificate and supplemental type certificate holders, manufacturers, owners, and operators
 - PSE, FCS, WFD (MSD, MED)

■テロ対策

- AC No: 25.795-8, Interior Design to Facilitate Searches

PSE: Principle Structure Element
FCS: Fatigue Critical Structure
WFD: Widespread Fatigue Damage
MSD: Multiple Site Damage
MED: Multiple Element Damage

航空機開発に求められる認証

型式証明

耐空証明

耐空性検査委任制度

航空機設計検査認定

航空機製造検査認定

航空機整備検査認定

航空機整備改造認定

装備品設計検査認定

装備品製造検査認定

装備品修理改造認定

事業場認定

JIS Q 9100 品質マネジメントシステムー航空、宇宙及び防衛分野の組織に対する要求事項

特殊工程認定（Nadcap）

航空機製造事業法（事業の認可、製造の方法、製造の確認）

航空機開発に求められる認証

JIS Q 9100

- ISO9001に航空宇宙防衛産業特有の要求事項を追加した品質マネジメント規格
- ボーイング、エアバス等の欧米企業によって1998年に設立されたIAQGが発行母体
- 米国のAS9100、ヨーロッパのEN9100と同内容で規格化され、相互承認される

NADCAP

- 1990年に策定した特殊工程管理に関する認証制度
- 各社バラバラであった特殊工程審査・認証の国際的な標準化と共有化が目的
- 対象特殊工程は、化学処理、熱処理、非破壊検査、溶接、複合材など



まとめ

■ 航空機の開発に不可欠なプロジェクトマネジメント

航空機の開発に不可欠なプロジェクト・マネジメント <まとめ>

航空機開発の特徴

- 部品点数が多い : 30万点～600万点
- 開発期間が長い : 5年～8年
- 開発費が多大 : 2500億円～1兆円
- 多数のGlobal Stakeholder (Partner・Supplier) の参画
- 安全性最優先 : 認証システム

プロジェクト・マネジメントは

- 評価
 - 決断
 - 計画
 - アクション
- を促すツール

コスト・スケジュール・品質
を管理

プロジェクト成功には

- 正しい分析
 - 明確な目標設定
 - 共有化された動機
- が必要

- ミスコミュニケーションを防ぐ ⇒ 共通の目標認識・共通言語
- 非効率な戻り作業を防ぐ ⇒ IT活用の共通のプロセス認識
- Riskを未然に防ぐ ⇒ 発生の予測と事前対策、進捗の管理
- 複雑な開発手法共有 ⇒ 安全性開発手法・WBS等の具体化