

名古屋大学BP講座

航空機用エンジンの設計と製造 自己紹介・会社紹介・事業紹介

2020.12.12(土)

1. 自己紹介
2. 会社紹介
3. 民間航空機事業
4. 民間航空機エンジン事業

1. 自己紹介
- 2. 会社紹介**
3. 民間航空機事業
4. 民間航空機エンジン事業



Total Assets
(as of March 2020)

5.0兆円 (\$46.3bil.)

Employees
(as of March 2020)

81,631 名

Orders Received
(April 2010 thru March 2020)

4.2兆円 (\$38.7bil.)

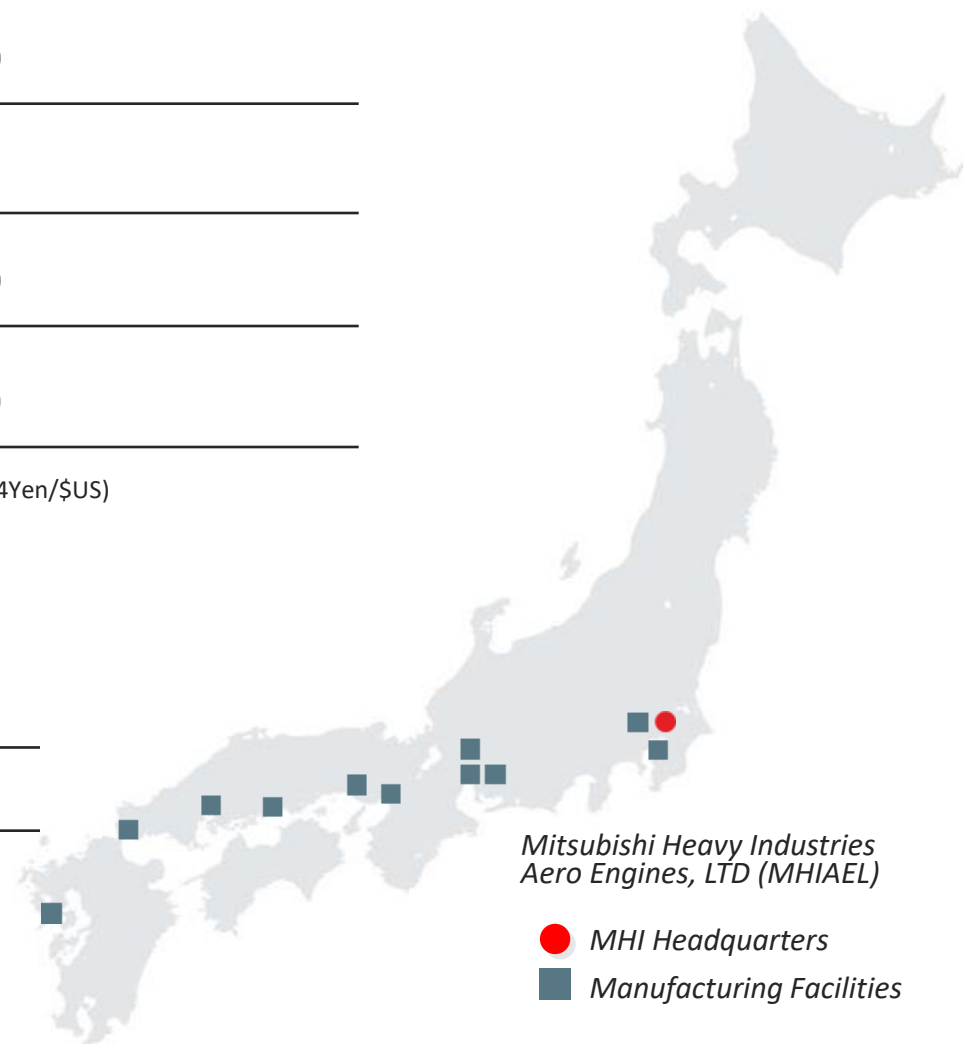
Revenue
(April 2010 thru March 2020)

4.1兆円 (\$37.5bil.)

(Figures given are on consolidated basis, converted into US Dollars at 107.74Yen/\$US)

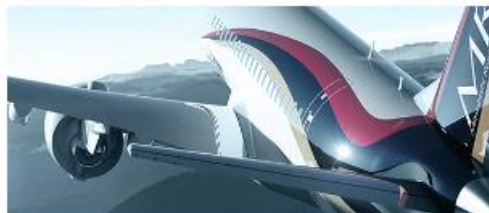
Manufacturing Facilities 11

R & I Centers 1





ENERGY >



AIRCRAFT >



SPACE >



SHIP & OCEAN >



TRANSPORTATION >



MATERIAL HANDLING >



ENVIRONMENT >



AUTOMOTIVE >



INDUSTRIAL MACHINERY >



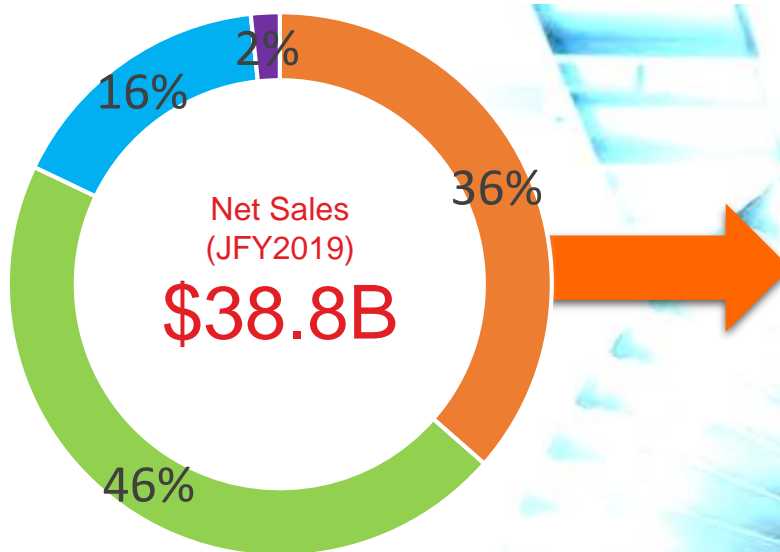
INFRASTRUCTURE >



LIVING & LEISURE >



DEFENSE >



- Power Systems
- Industry & Infrastructure
- Aircraft, Defense & Space
- Others

Thermal Power Plants



Aero Engines



Compressors



Aero Derivative Gas Turbines

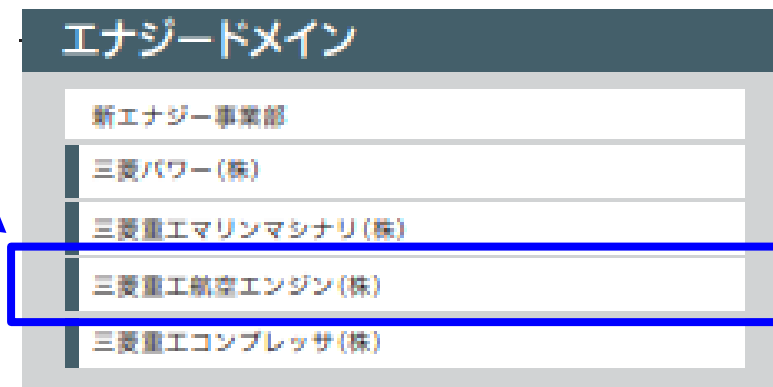


Renewable Energy



Marine Machinery





三菱重工初代社長
岩崎 彌太郎

名 称	三菱重工航空エンジン株式会社 Mitsubishi Heavy Industries Aero Engines, Ltd.（MHIAEL）		
所 在 地	愛知県小牧市東田中1200番地 三菱重工工業(株)名古屋誘導推進システム製作所構内		
代 表 者 の 役 職 ・ 氏 名	取締役社長 島内克幸		
事 業 内 容	1. 航空機用エンジン及び部品・部分品並びにこれに関する機器類の設計、製造、修理及び部品・部分品の販売 2. 発電用、機械駆動用のガスタービンエンジン並びにこれに付帯する機器類の設計、製造、修理及び部品・部分品の販売 3. 前各号に付帯する一切の業務		
資 本 金	60億円		
株 主 及 び 持 株 比 率	三菱重工工業株式会社 89% 株式会社IHI 1% 株式会社日本政策投資銀行 10%		
従 業 員	1000名（2020年11月1日現在）		
発 足 日	2014年10月1日		



事業環境

- 旺盛かつ堅調な航空機需要に支えられた成長市場。今後20年間で約83,000基（約130兆円）のエンジン需要あり。
- 低燃費・低騒音である最新型エンジン事業（PW1100GやTrent等）に幅広く参画、環境負荷低減に貢献。
- 今後MRO事業（メンテナンス・補修）がますます活性化し、市場拡大を牽引。

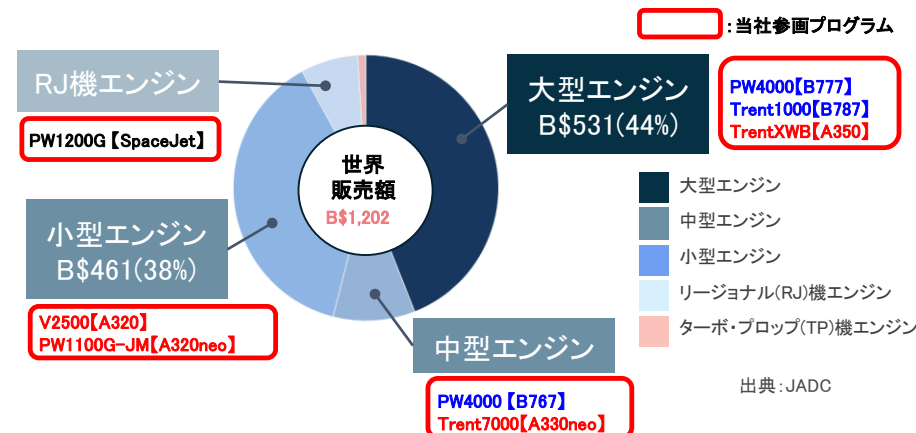
施策

- 事業拡大に対応した設備・人員の増強
⇒グループ内リソースを有効活用した
 - ・ 部品製造の増産対応
 - ・ A320neo搭載用PW1100G-JMのMRO事業立上げ
- グループ内の技術シナジーを発揮し、事業領域拡大
⇒
 - ・ OEM（P&W・RR）との協業深化による開発参画拡大
 - ・ 部品修理技術の確立・事業化による更なる事業領域拡大

MRO : Maintenance Repair & Overhaul QCD : Quality, Cost, Delivery
OEM : Original Equipment Manufacturer P&W : Pratt & Whitney 社
RR : Rolls-Royce 社

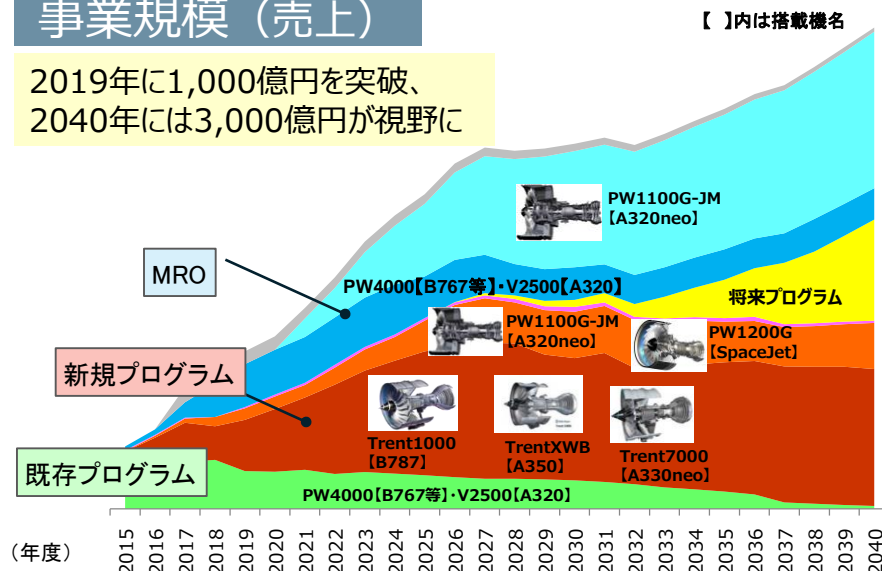
市場規模・成長性

今後20年間で約130兆円（約83,000基）のエンジン需要あり



事業規模（売上）

2019年に1,000億円を突破、
2040年には3,000億円が視野に



今後の事業拡大を見据え、“将来拡張も踏まえた新たなエンジン部品製造拠点”

三菱重工航空エンジン 長崎工場（2020年開設）



MRO：世界各国のアラインへ



民間機エンジンの組立、MRO



Head Office

三菱重工航空エンジン 名誘工場



民間機エンジンの部品製造

部品製造：
欧州、北米でのエンジン組立へ

民間機エンジンの部品製造



参画プログラム（民間エンジン）

	過去	現在
超大型機 (over 400 seats)	B747   PW4000 部品製造 MRO	A380/B747-8   GEenx 部品製造
広胴機 (300-400 seats)	B777  A340  PW4000 部品製造 MRO	A350XWB   Trent XWB 部品製造 B777X  GE9X
中型広胴機 (200-300 seats)	B767  A330  PW4000 部品製造 MRO	B787   Trent 1000 部品製造  GEenx A330neo  Trent 7000 MRO
狭胴機 (100-200 seats)	B737  A320  IAE V2500 部品製造 MRO	B737MAX   PW1100G-JM 部品製造 A320neo
リージョナル ジェット (30-100 seats)	CRJ 700/900  EBR190/195  EBR170/175	SpaceJet/C series   PW1200G 部品製造 組立
ヘリコプタ	-	S-76D   PW210 部品製造

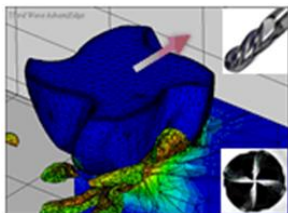
燃焼器モジュール



燃焼器ケース



燃焼器



切削シミュレーション

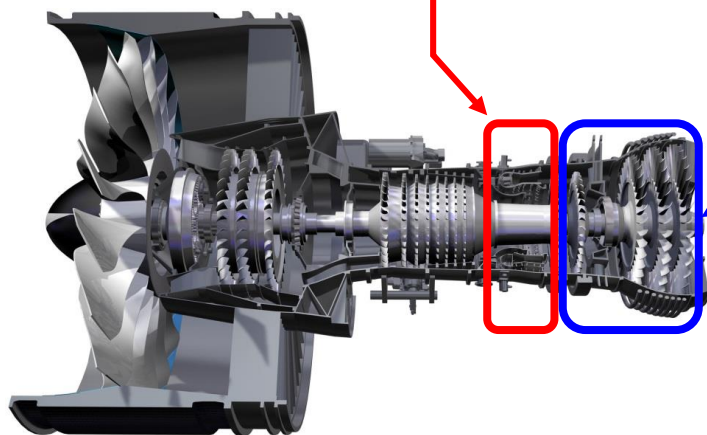


セラミックミリング



高速レーザ穴加工

先進製造技術



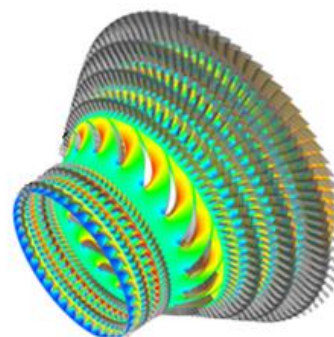
タービンモジュール



タービンブレード



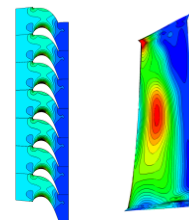
タービンディスク



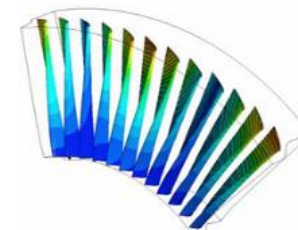
流れ解析



要素試験



応答解析



フラッタ解析

設計技術

	自社開発	ライセンス生産	整備・修理
回転翼機	 <p>OH-1(陸)</p>  <p>TS1</p> <p>部品製造 MRO</p>	 <p>H-60系(陸海空)</p>  <p>T700</p> <p>部品製造</p>  <p>CH-47(陸空)</p>  <p>Honeywell T55</p> <p>部品製造</p>  <p>UTC Aerospace Systems TITAN系</p> <p>新規製造 MRO</p>  <p>UTC Aerospace Systems TITAN系</p> <p>新規製造 MRO</p>	 <p>TH-480(陸) (250-C20W)</p>  <p>250系</p> <p>MRO</p>
固定翼機	 <p>F-4(空)</p>  <p>GCM1B</p> <p>部品製造 MRO</p>	 <p>F-15(空)</p>  <p>F100</p> <p>部品製造</p>  <p>F-2(空)</p>  <p>F110</p> <p>部品製造</p>  <p>Honeywell JFS190</p> <p>部品製造 MRO</p>  <p>UTC Aerospace Systems ESS/EPU</p> <p>部品製造 MRO</p>	 <p>T-5(海) (250-B17D)</p>  <p>T-7(空) (250-B17F)</p>  <p>250系</p> <p>MRO</p>  <p>U-36A(海) (TFE731-2-2B)</p>  <p>U-125A(空) (TFE731-5R-1H)</p>  <p>Honeywell TFE731系</p> <p>MRO</p>  <p>T/LC-90(海) (PT6A-21)</p>  <p>LR-2(陸) (PT6A-60A)</p>  <p>PT6系</p> <p>MRO</p>
無人機	 <p>TJM3</p> <p>新規製造</p>	 <p>FFOS/FFRS(陸)</p> <p>新規製造 部品製造 MRO</p>	 <p>T-400(空)</p>  <p>JT15D-5F</p> <p>MRO</p>

<MRO エンジン修理>

取扱製品	搭載機体	作業範囲/整備台数
PW4000 - 94" 	 B747/B767	・エンジン全体整備 (フルオーバーホール) (1994年～)
PW4000 - 112" 	 B777	・モジュール整備 (LPC*1, LPT*2) (2004年～)
V2500 	 A320	・エンジン全体整備 (フルオーバーホール) (2016年～)
Trent1000 	 B787	・モジュール交換 (IPC*3) (2019年～)

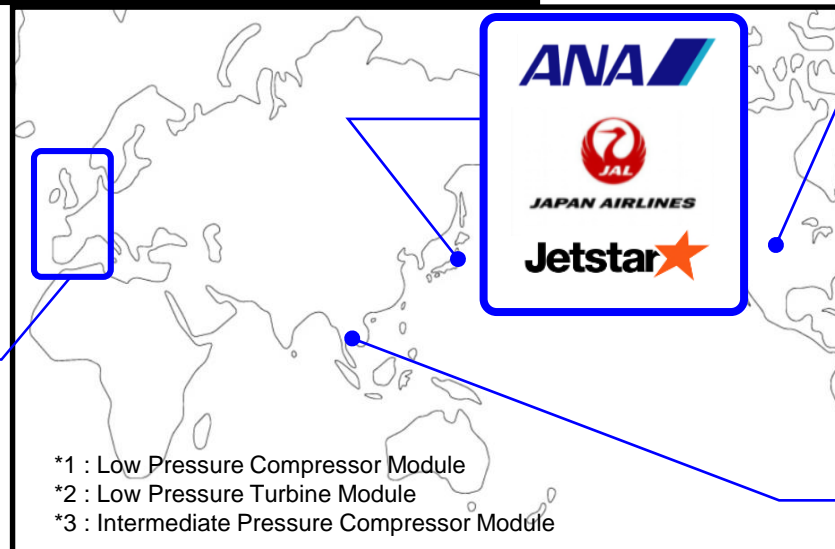
<新製エンジン組立>

取扱製品	搭載機体	作業範囲
PW1200G 	 SpaceJet	・最終組立 ・エンジン試験

<立上げ機種 MRO エンジン修理>

取扱製品	搭載機体	作業範囲
PW1100G 	 A320-neo	・エンジン全体整備 (2021年開始予定)

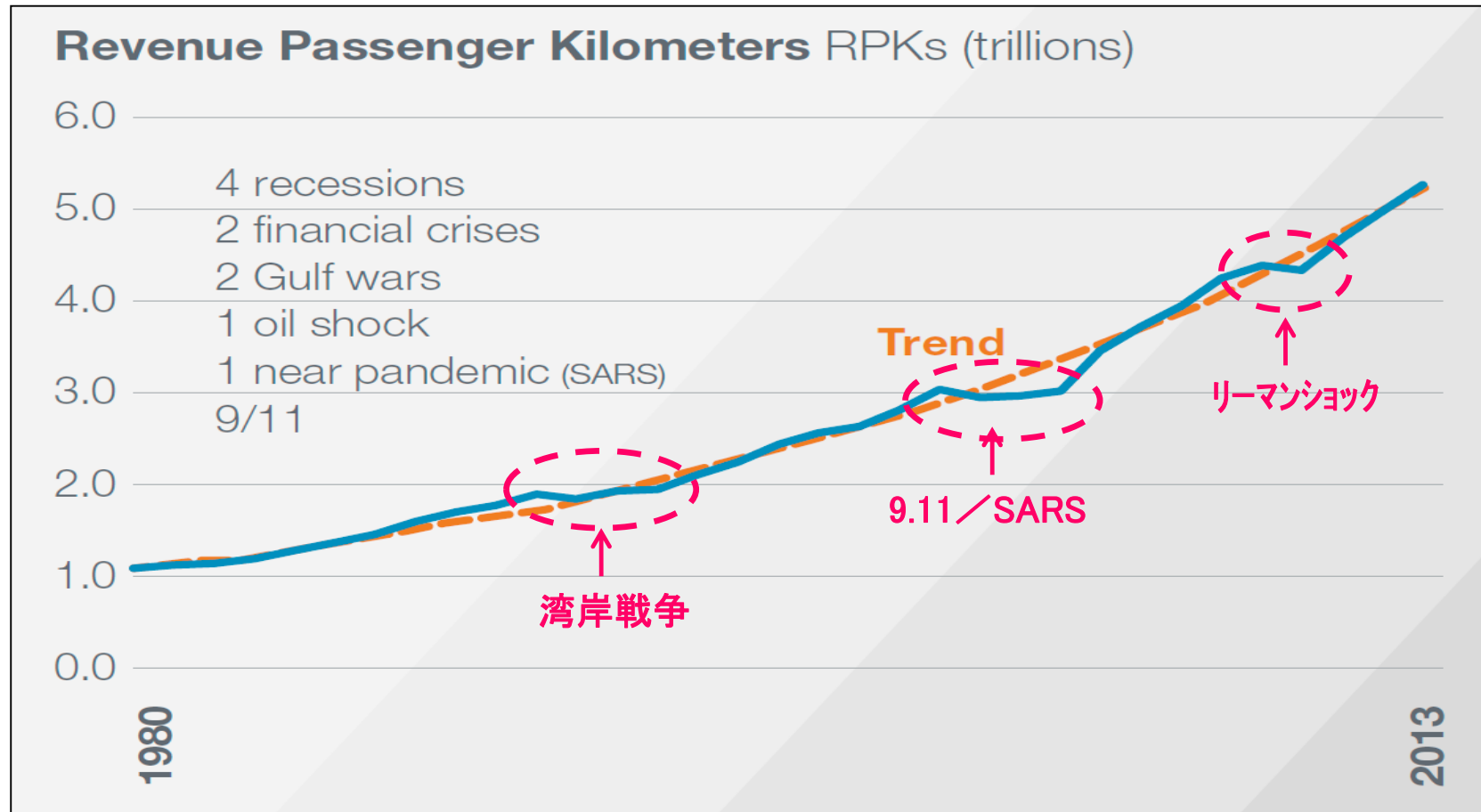
<主要顧客>



1. 自己紹介
2. 会社紹介
- 3. 民間航空機事業**
4. 民間航空機エンジン事業

これまでの民間航空機需要

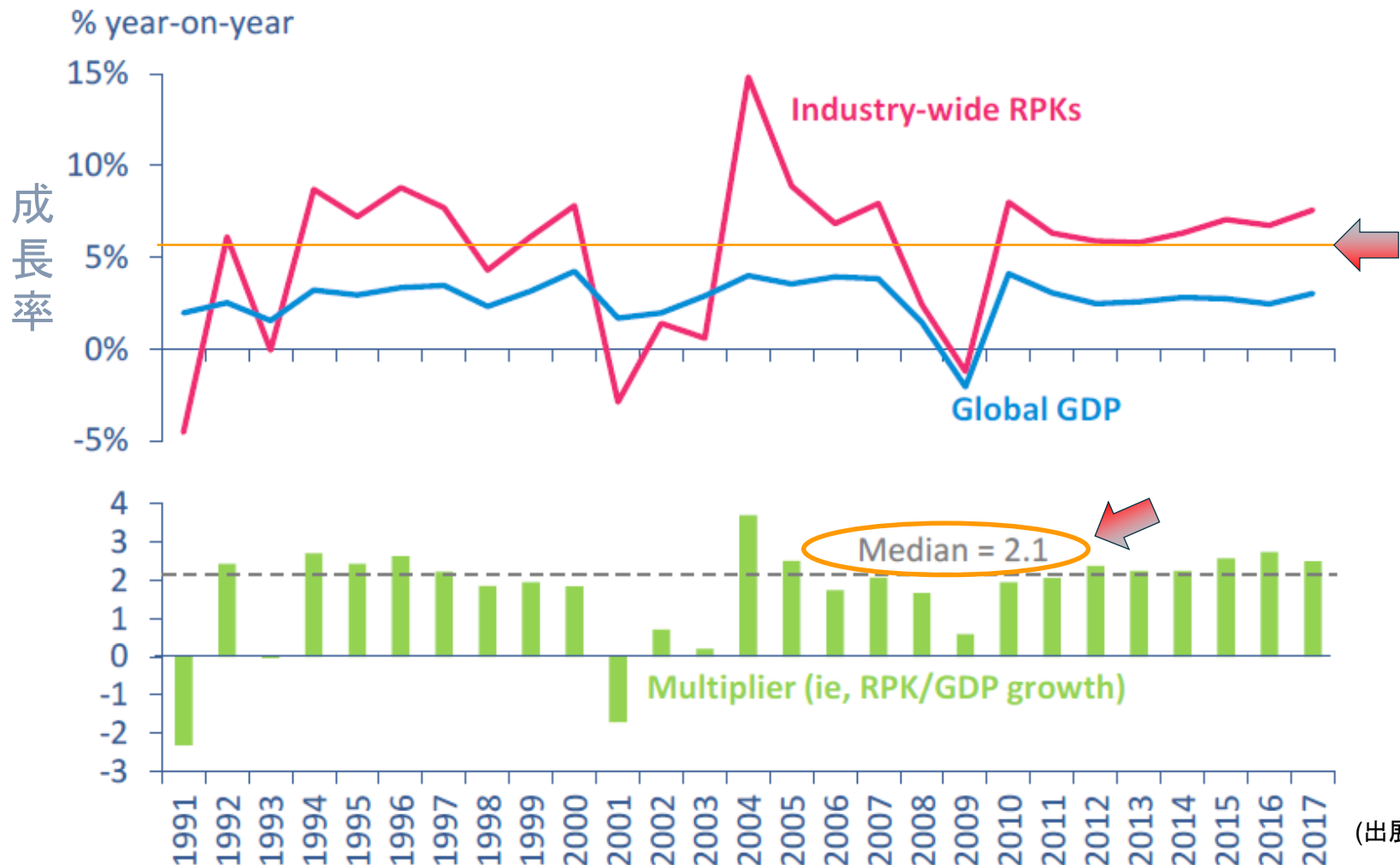
事業の展望 **旅客距離トレンド** (有償旅客キロ数(RPK): 1年間の航空機を使った延べ移動距離)



世界の旅客需要は継続的に年平均5%増加していた

これまでGDPにリンクして旅客需要は伸張

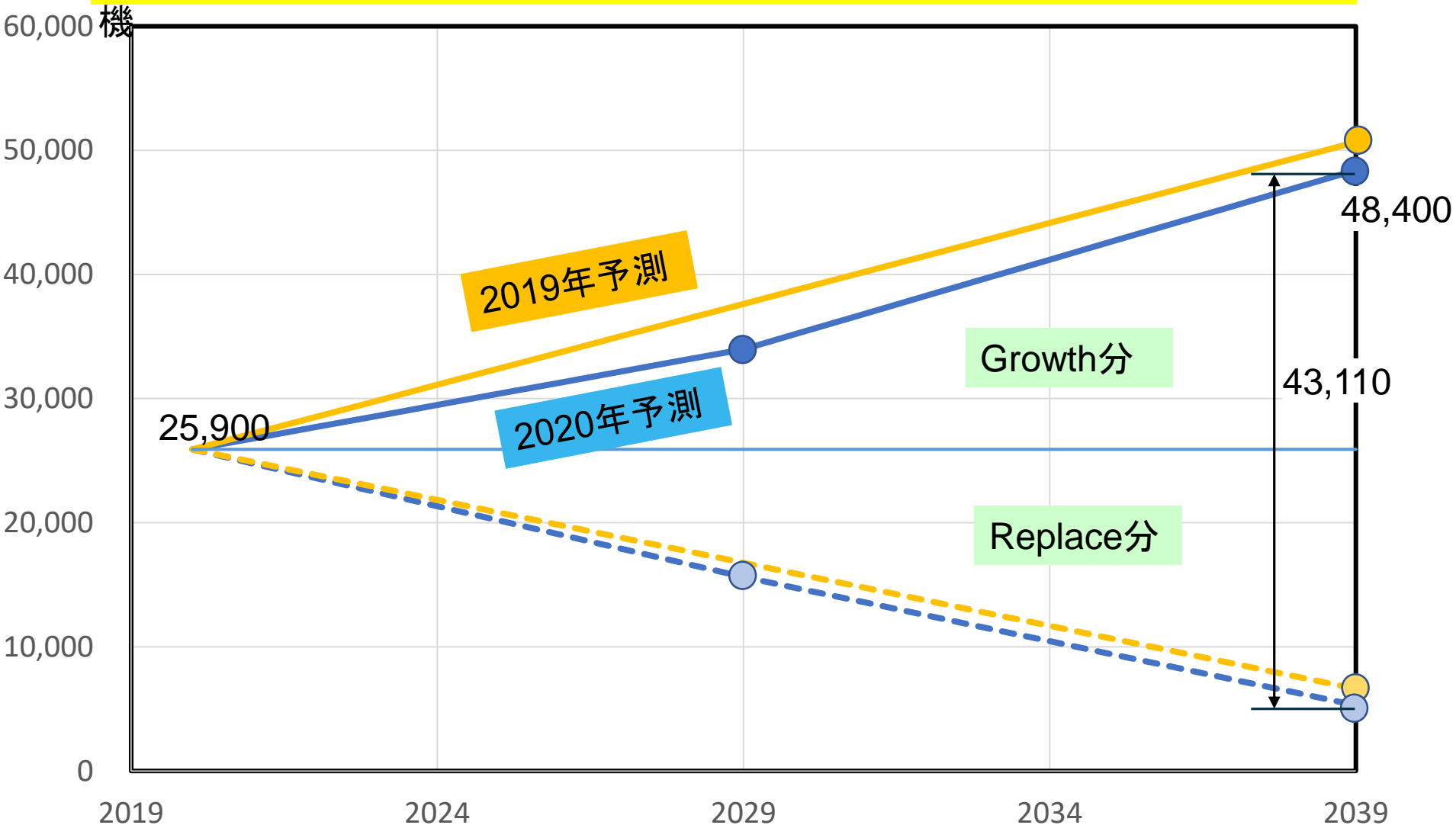
有償旅客キロ数(RPK)は年率平均5.5%で増加。GDPの成長率の約2倍



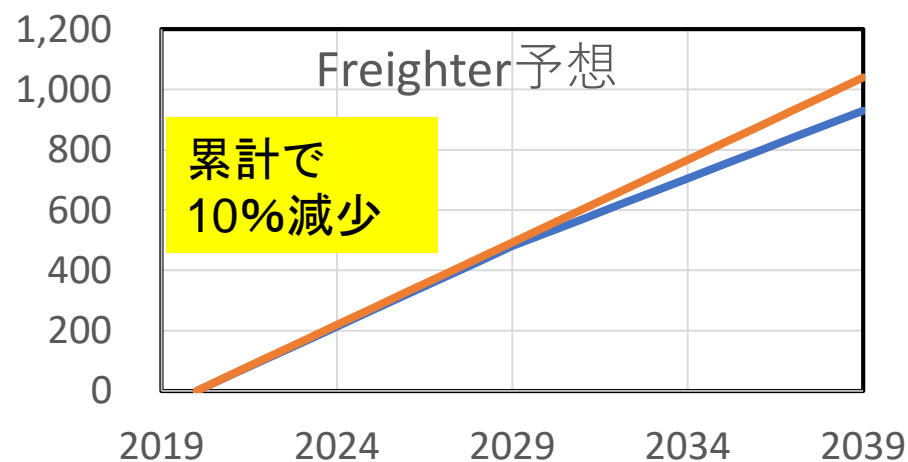
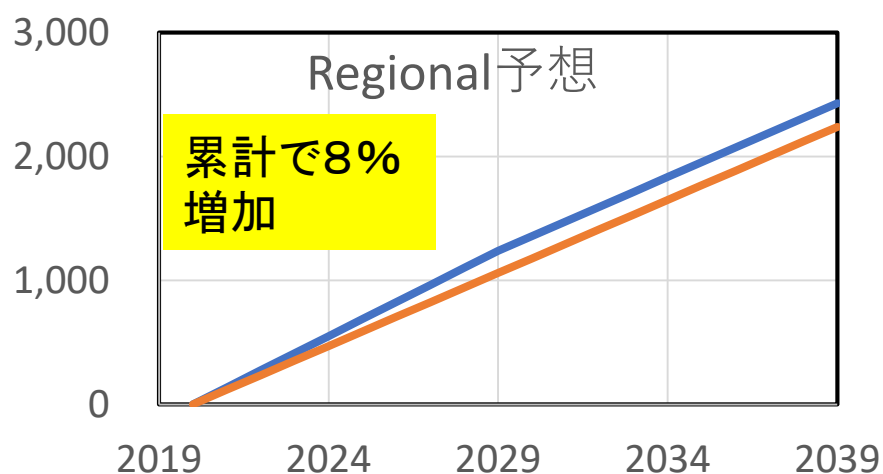
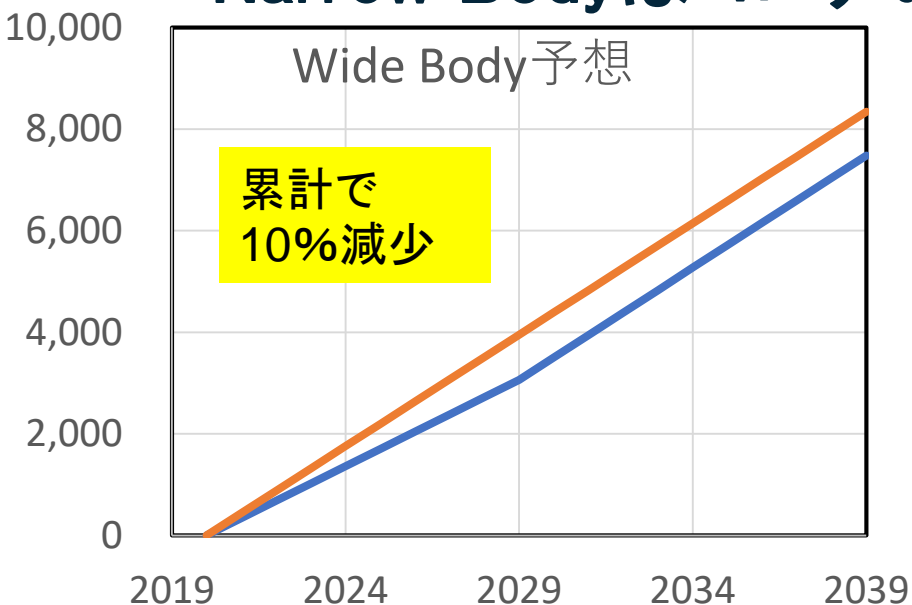
(出展: ICAO)

今後20年間、BOEINGは年率4.5%、AIRBUSは年率4.8%増加と予想

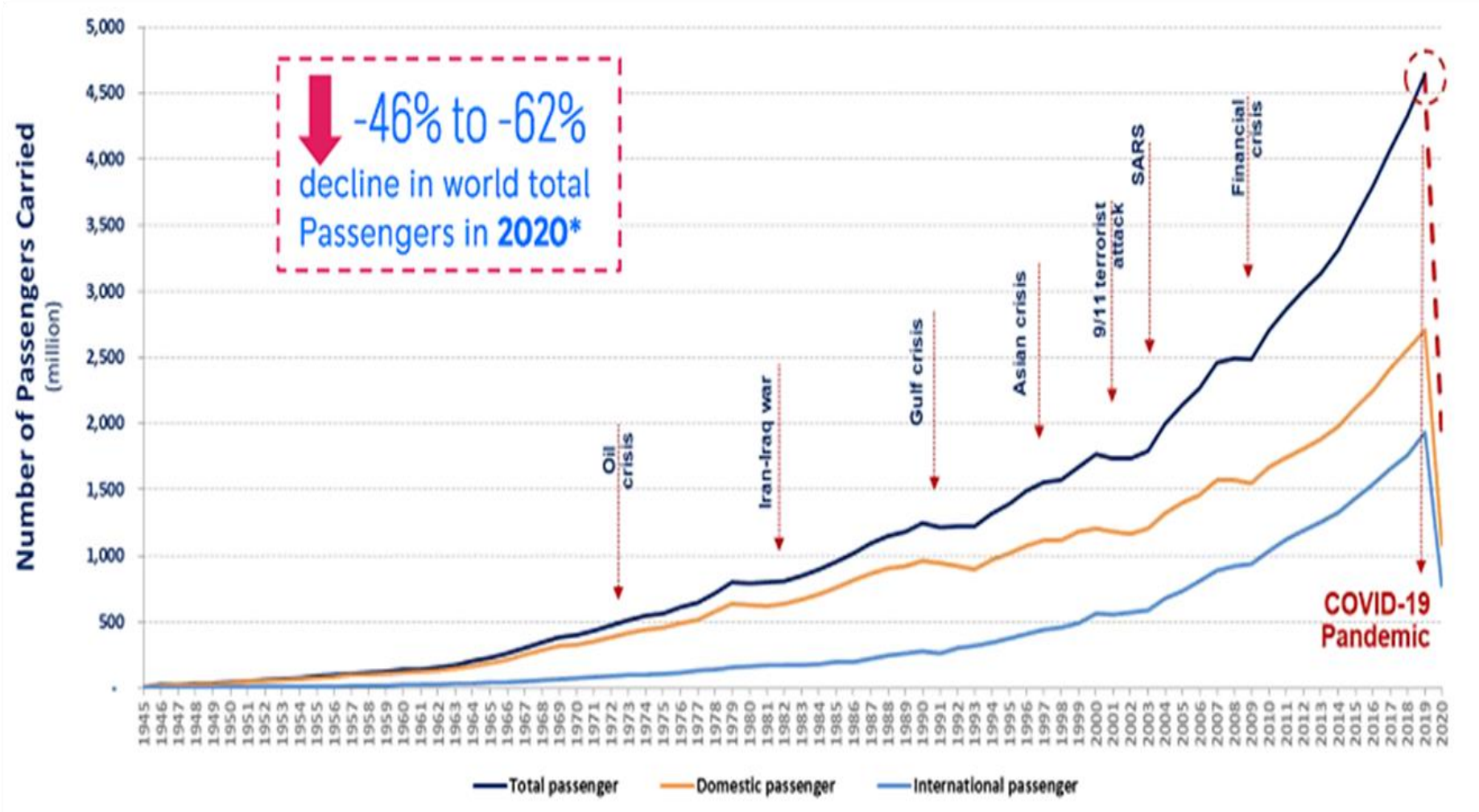
コロナの影響を受けても20年で約2倍の需要と予測



Narrow Bodyはコロナの影響を受けず



過去のイベントでは元の成長曲線に復帰していたが...

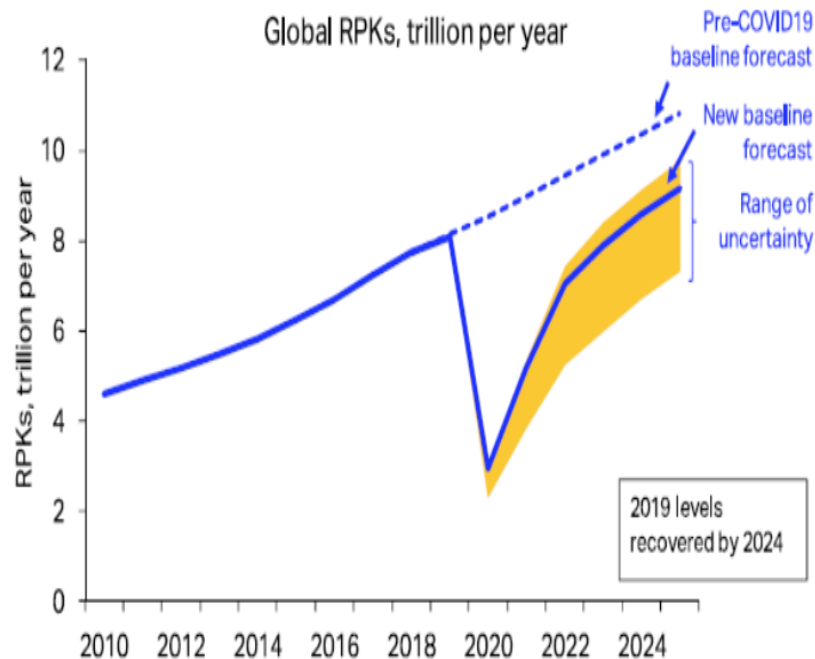


- ・2019年レベルに復帰するのは2024年
- ・国内線(Narrow Body)は国際線(Wide Body)より復調良好

IATA Economics' Chart of the Week

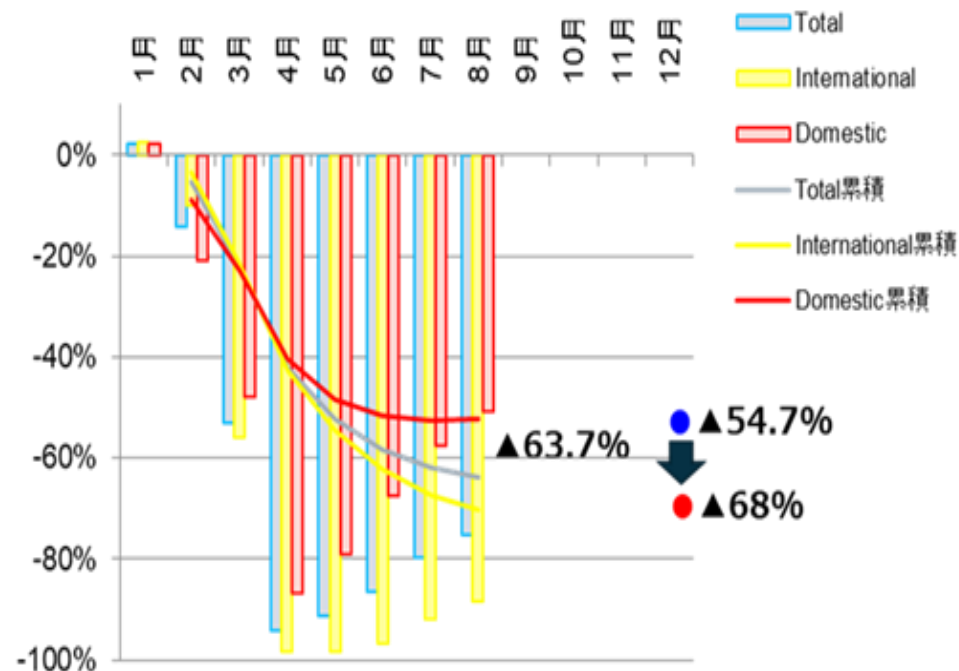
30 July 2020

Five years to return to the pre-pandemic level of passenger demand



IATA公表値 (8月実績反映) 「回復の大半は国内線市場」

RPK (有償旅客キロ：前年比)

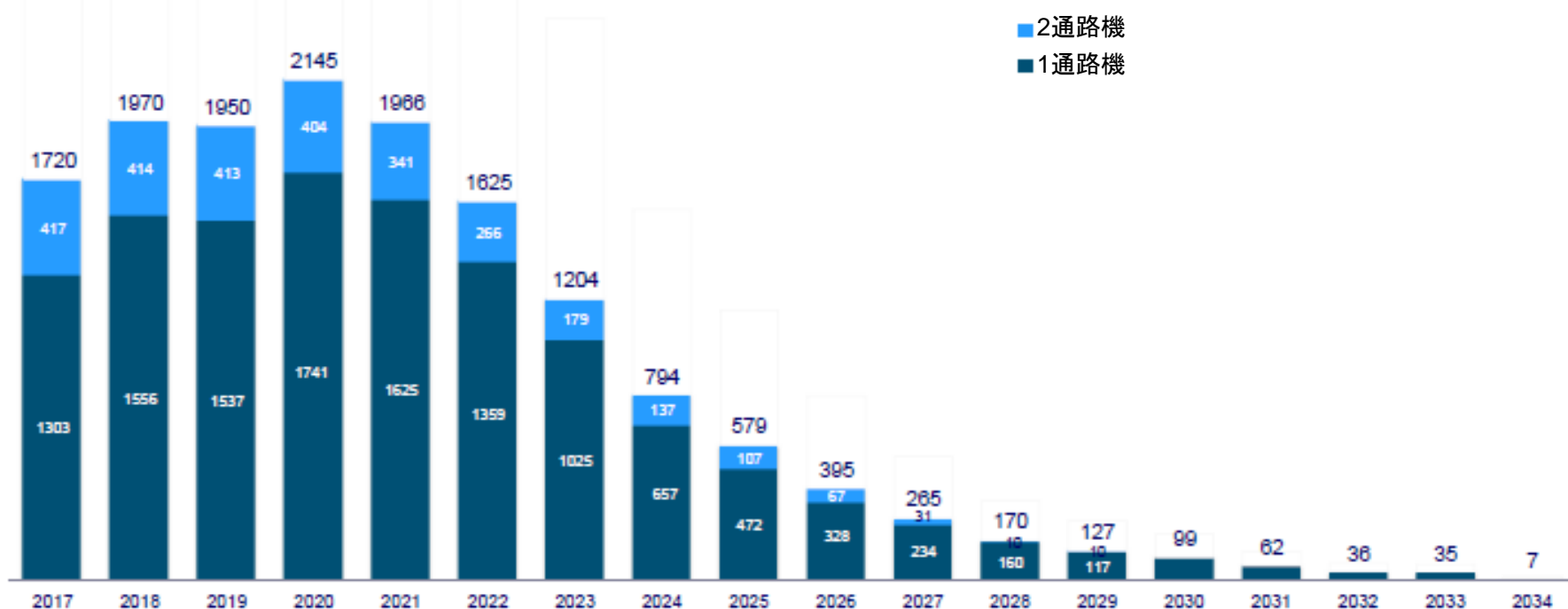


大量のバックログ : 安定した需要

BACKLOG DELIVERIES BY YEAR

(# Aircraft)

既受注機体の納入予定 (@2016年時点受注実績ベース)

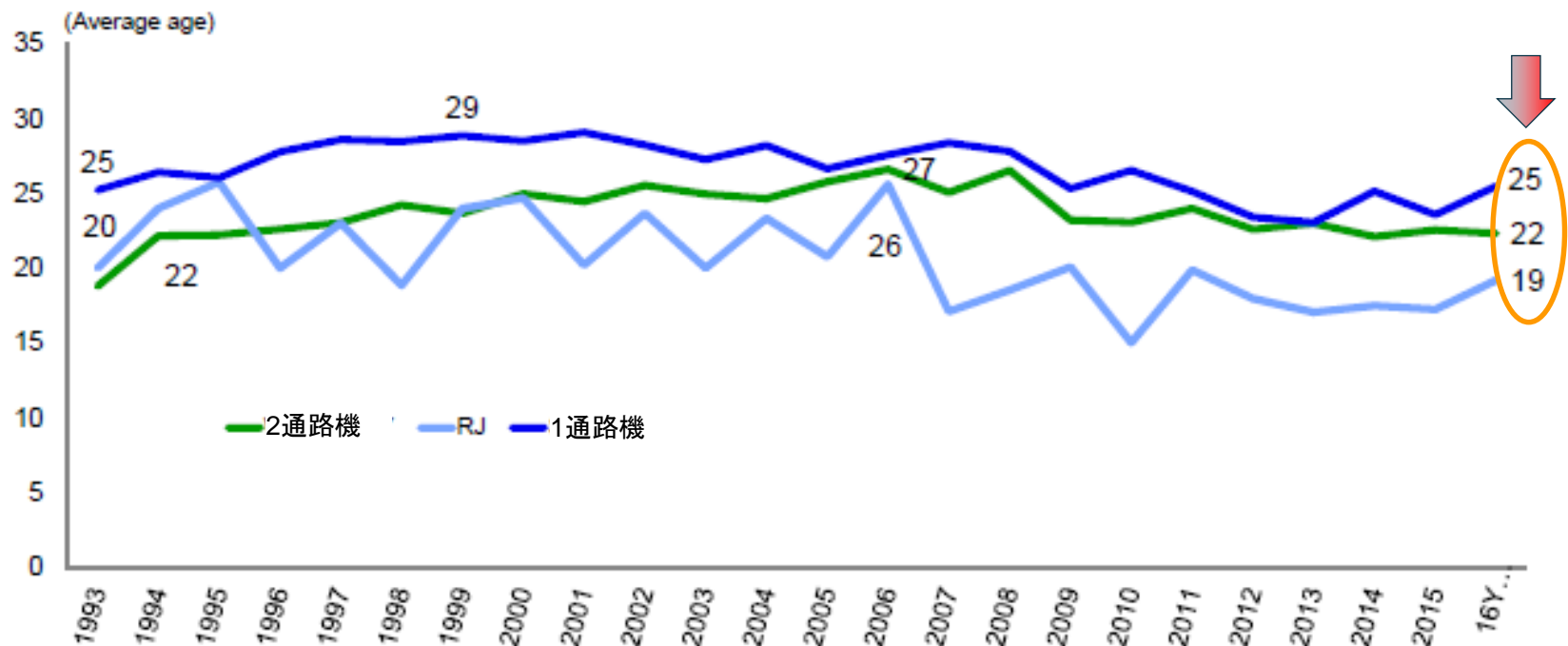


Source: Fleet Discovery 9/30/16, Net Aircraft Backlog
Single aisle defined as jets greater than 95 seats

サプライチェーン全体で供給限界
寡占状態の中、供給サイドで市場をコントロール

AVERAGE PASSENGER A/C RETIREMENT AGE

RJ retirement age impacted the most due to 50 seaters; single aisle average age down to '90s levels

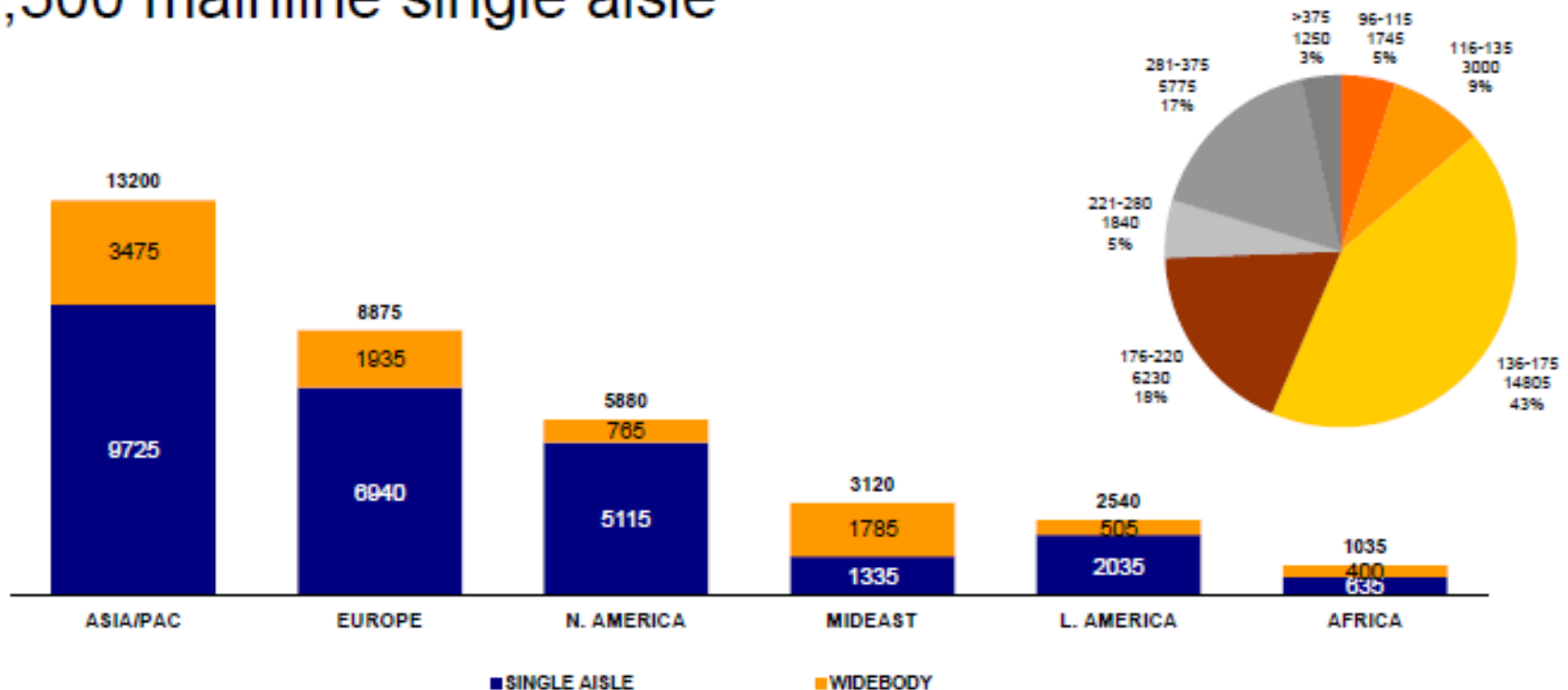


一機種の寿命＝プログラムライフは40年以上
膨大な開発費⇒ハイリスク・ハイリターンのビジネス

新興国の個人消費が2.4倍。世界的に中間層が2倍。⇒可処分所得の増加
特に経済成長の60%以上が新興国⇒**新興国での一人当たりのその移動が2.5倍**

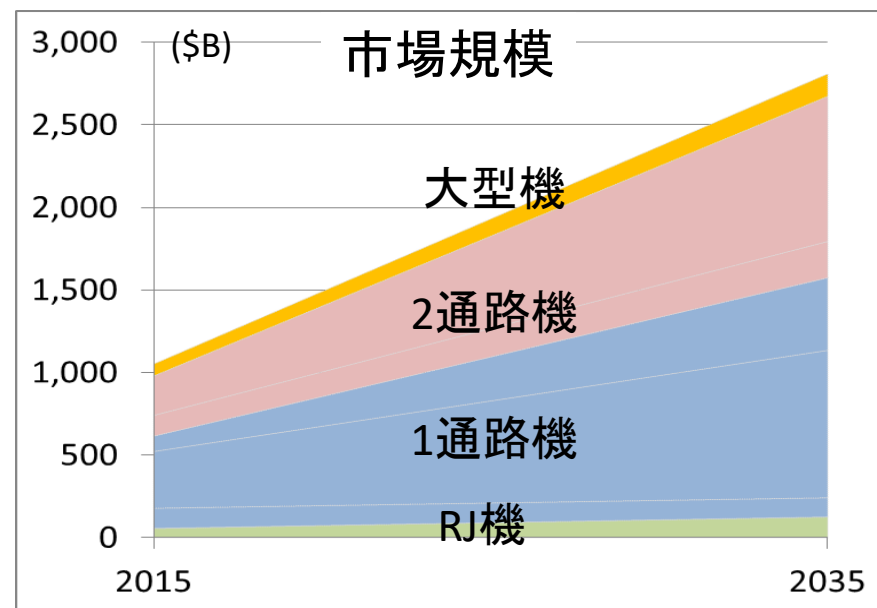
DELIVERY FORECAST, 2016-2035

34,650 total aircraft
25,300 mainline single aisle



アジア・太平洋地域での需要が最大

- 機体製造メーカー(100兆円規模)
- 中・大型旅客機(国際線用の2通路機や国内線用の1通路機)
 - ボーイング(米国)
 - エアバス(欧州)
- 小型旅客機(地方路線用のプロペラ機やリージョナル機)
 - エンブレア(ブラジル)
 - ボンバルディア(カナダ)
 - 三菱航空機(日本)
 - 他(中国・ロシア等)
- エンジン製造メーカー(5兆円規模)
 - GE(米国)
 - Pratt & Whitney(米国)
 - Rolls-Royce(英国)



MRJを除き、日本メーカー(三菱重工, 川崎重工, IHI, 富士重工)はボーイング、エアバスやGE, P&W, RRプログラムに参画

部品点数 2通路機で600万点 自動車が2~3万点:200~300倍

⇒ 裾野が広く、技術の波及効果も大きい

価格(定価) 787で約200億円 MRJが約50億円

開発費用 787で約1.2兆円 エンジン2~3千億円

新型モデルの寿命 20~30年

767は1980年代開発開始、後継の787は2004年開発開始

製品の寿命 20年以上

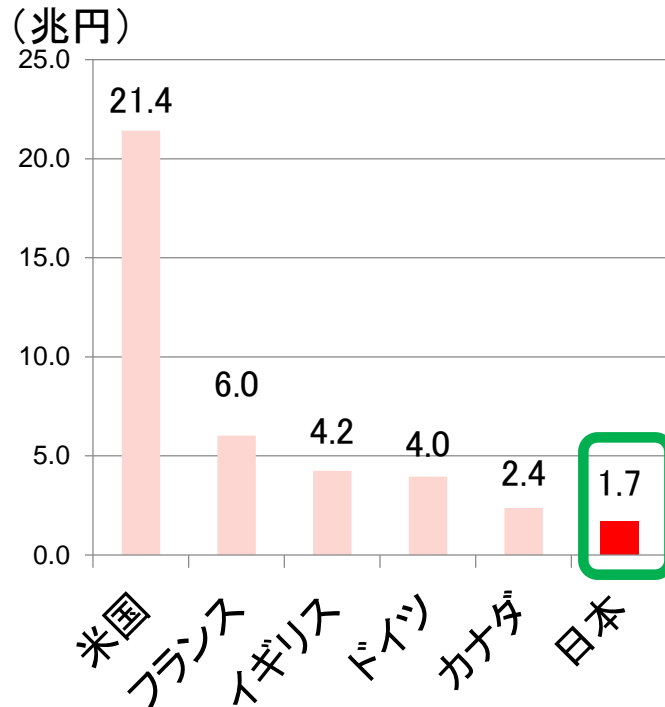
⇒開発リスク大・開発費多額のためモデルチェンジは少ない

高い技術力・資本力が必要なため参入障壁が高い

プログラムライフは40年⇒ ハイリスク・ハイリターン

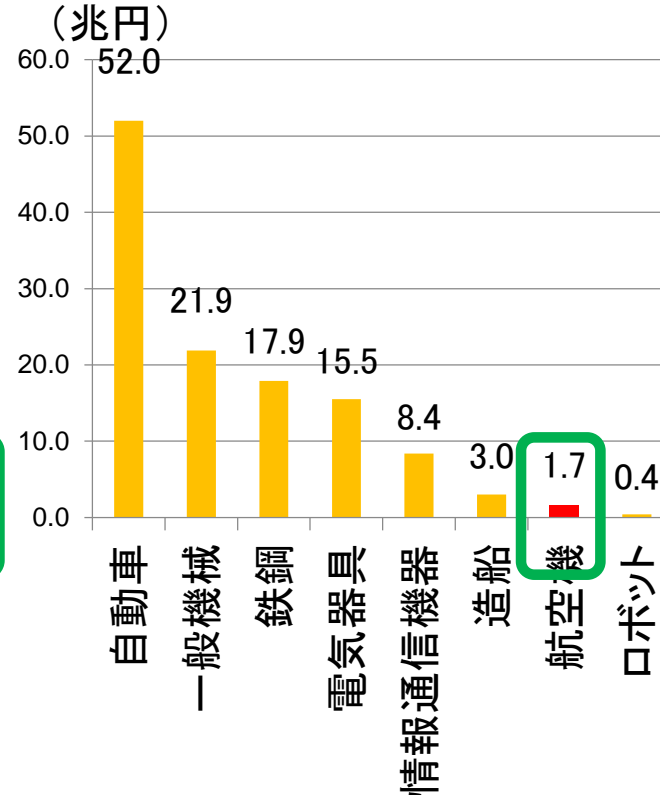
【各国航空宇宙産業規模】 (2013年)

出典: SJAC



【産業別出荷額(日本)】 (2013年)

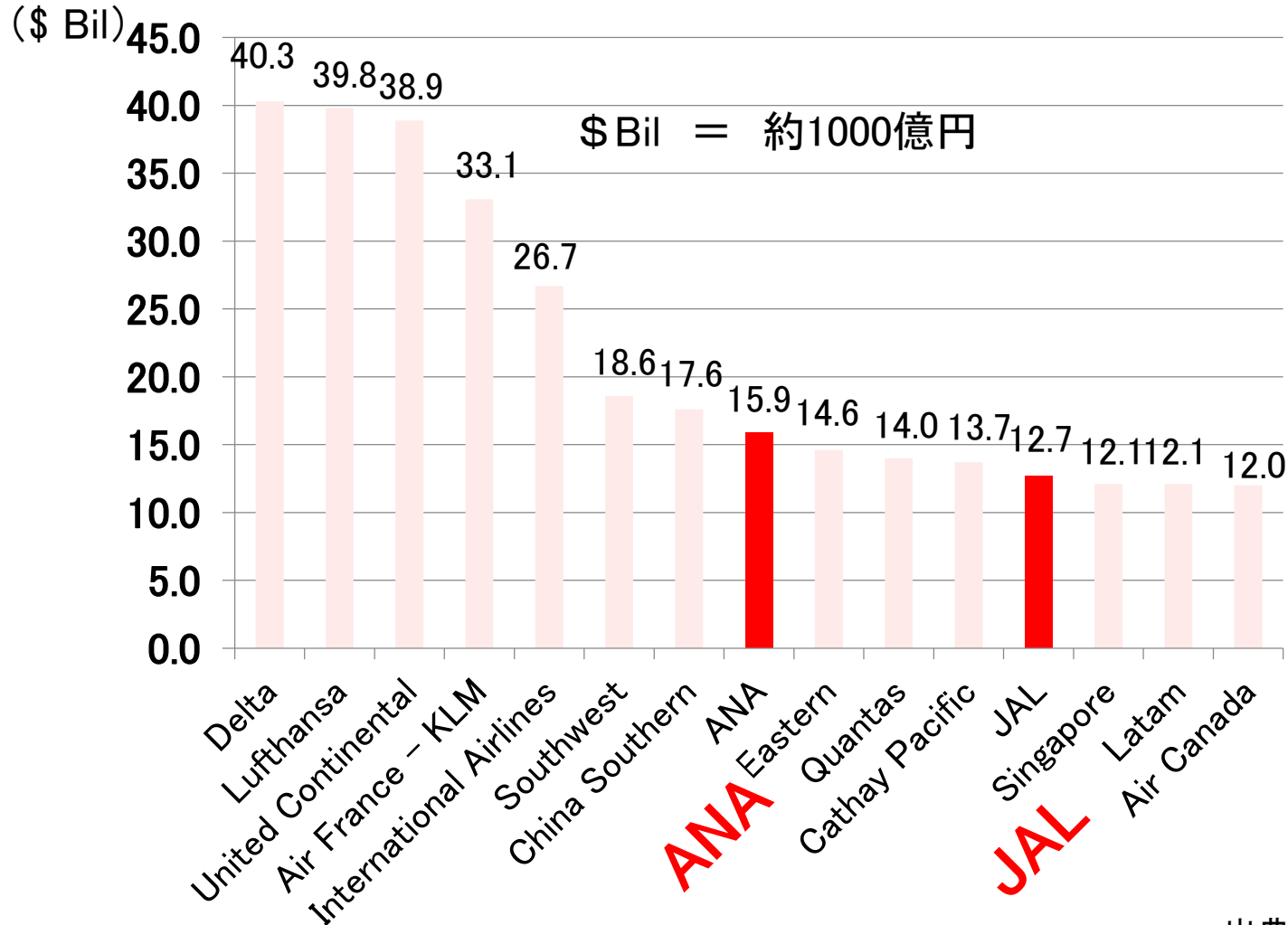
出典: 工業統計表



⇒ 米国の1/15
英仏独の1/3

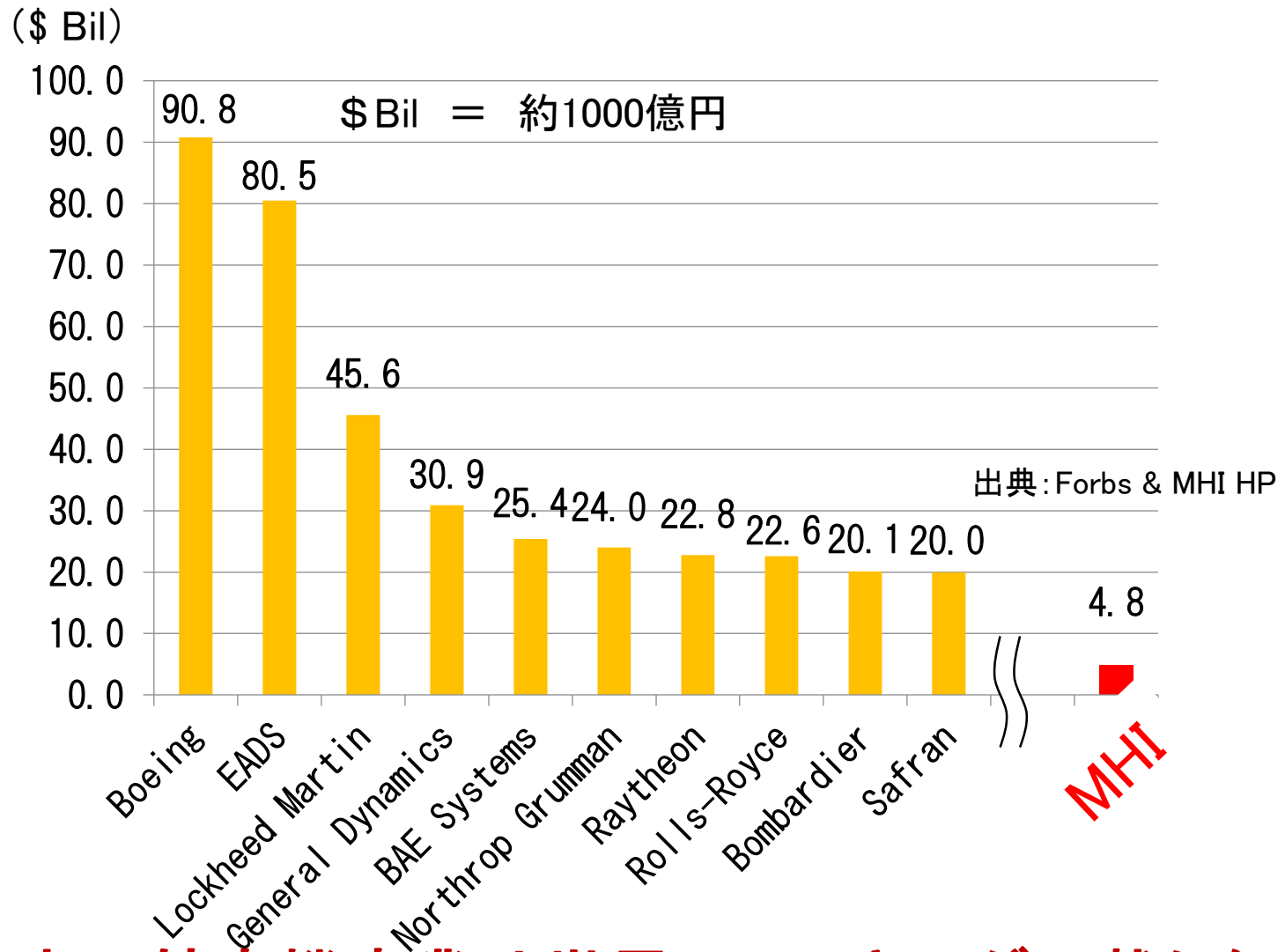
⇒ 自動車の1/30以下
52兆円⇔1.7兆円

エアラインの規模比較



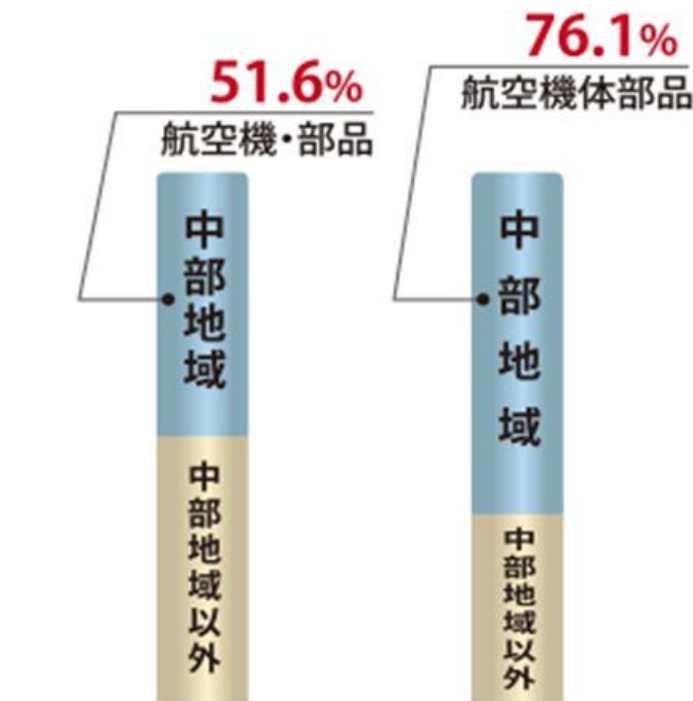
日本のエアラインは世界規模で健闘 出典: Forbs
(ANA1.6兆円 JAL1.3兆円)

Aerospace & Defence 企業の規模 三菱重工航空エンジン



日本の航空機産業は世界のランキングに載らない

- 中部地区は**全国の半分以上が集積**
- 三菱重工、川崎重工、富士重工が機体部品を製造
- エンジン(三菱重工航空エンジン)、素材メーカ(東レ)等



航空宇宙産業の集積状況(2013年)

航空機・部品…航空機、機体部品・付属装置、発動機、その他
航空機体部品…航空機・部品のうち機体部品のみ

出典：中部経済産業局「管内生産動態統計集計結果」
経済産業省「生産動態統計調査」(2014年2月)

1. 自己紹介
2. 会社紹介
3. 民間航空機事業
- 4. 民間航空機エンジン事業**

OEM*ビジネス

機体搭載エンジン

大幅な値引きで販売

スペアエンジン

交換部品

高い利益率で販売

MROビジネス

分解・検査・組立

部品修理

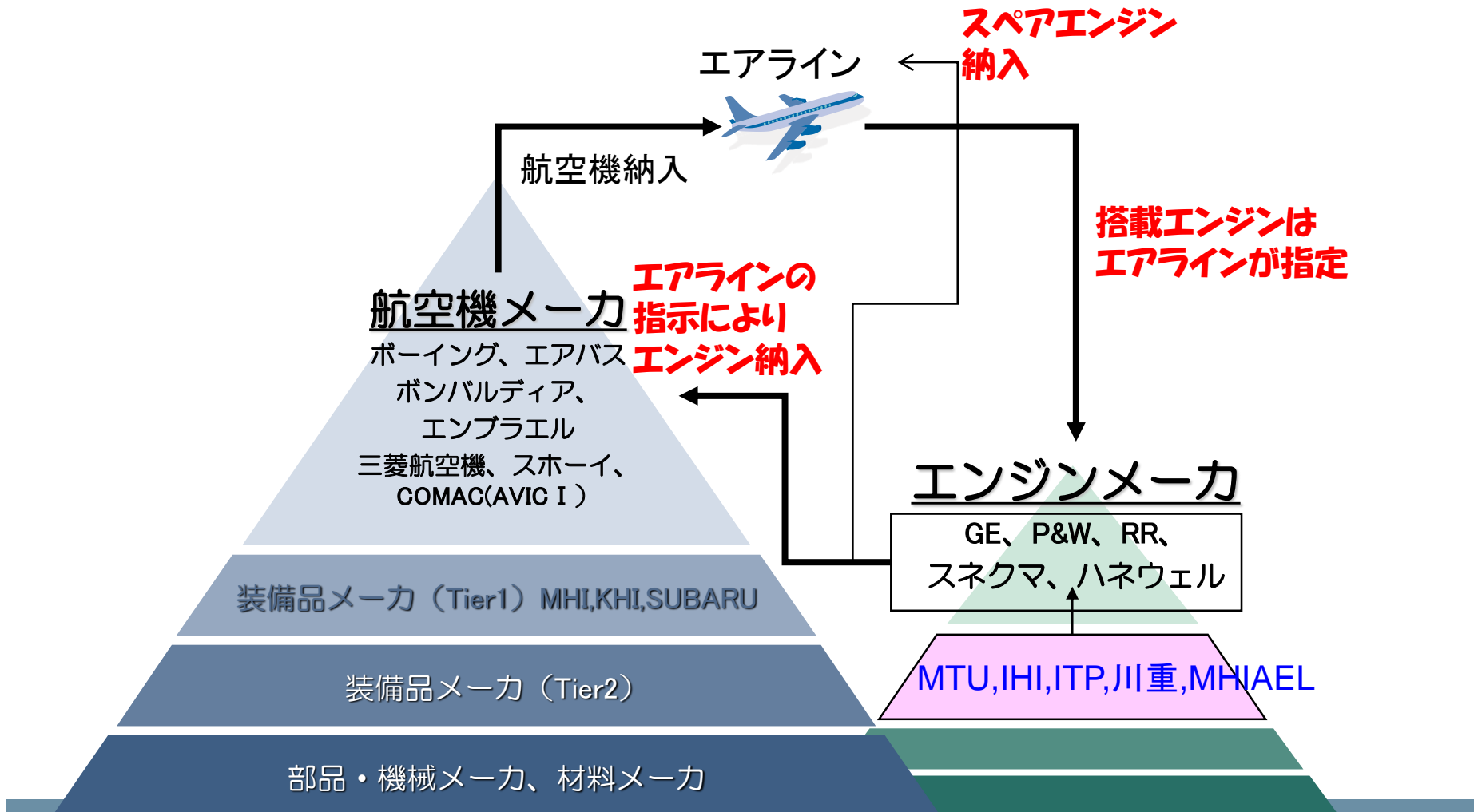
部品交換

OEMから交換部品を購入

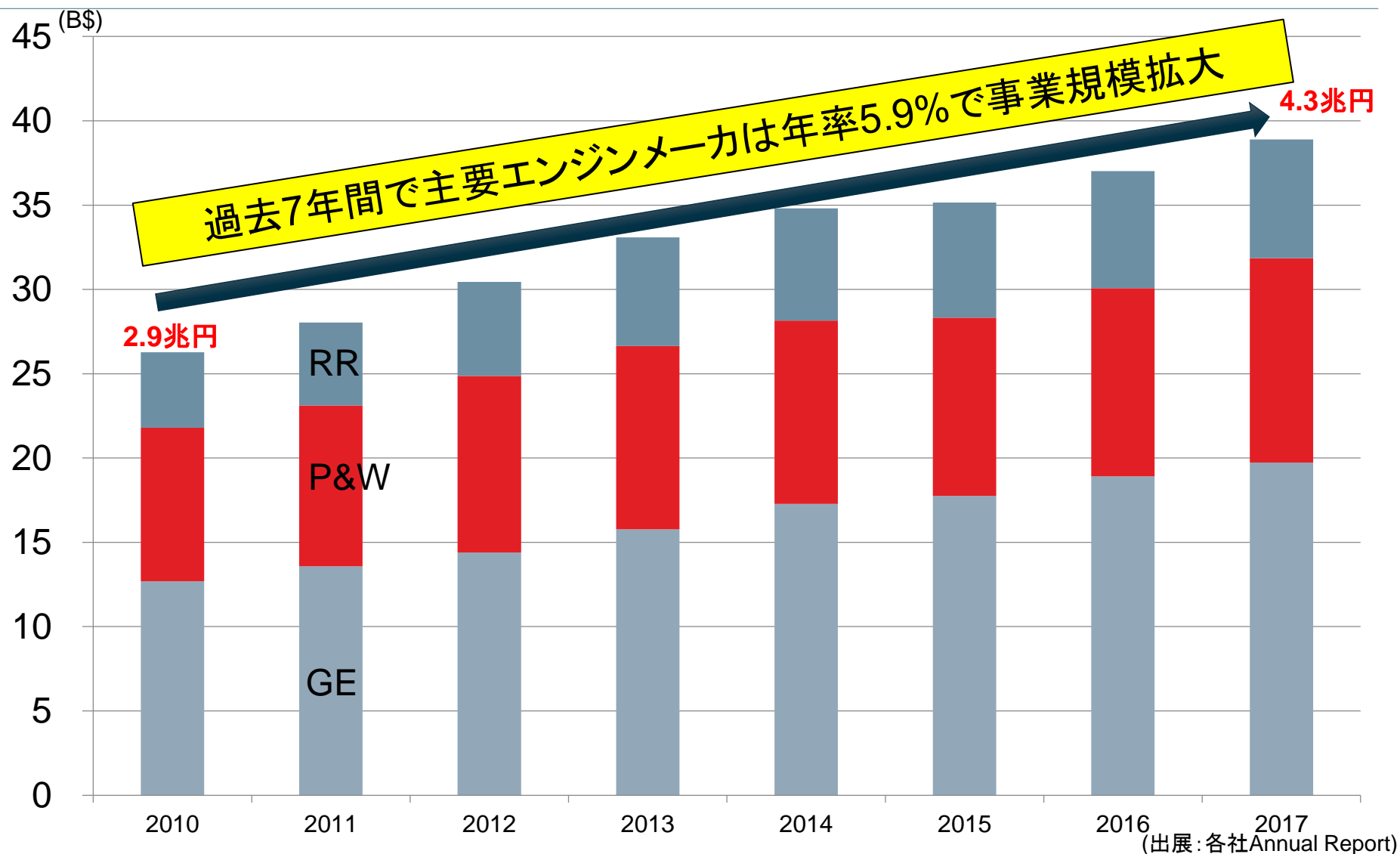
*:Original Engine Manufacturer
=エンジンメーカー

*:Maintenance, Repair
& Overhauler

- 航空機では航空機メーカーを頂点とする業界構造だが、これに装備する**エンジン**は、この傘下ではなく、**搭載エンジンはエアラインが指定をする商流**となっている。
- エンジンメーカは航空機メーカーに**機体搭載エンジン**、エアラインに**スペアエンジン**販売。



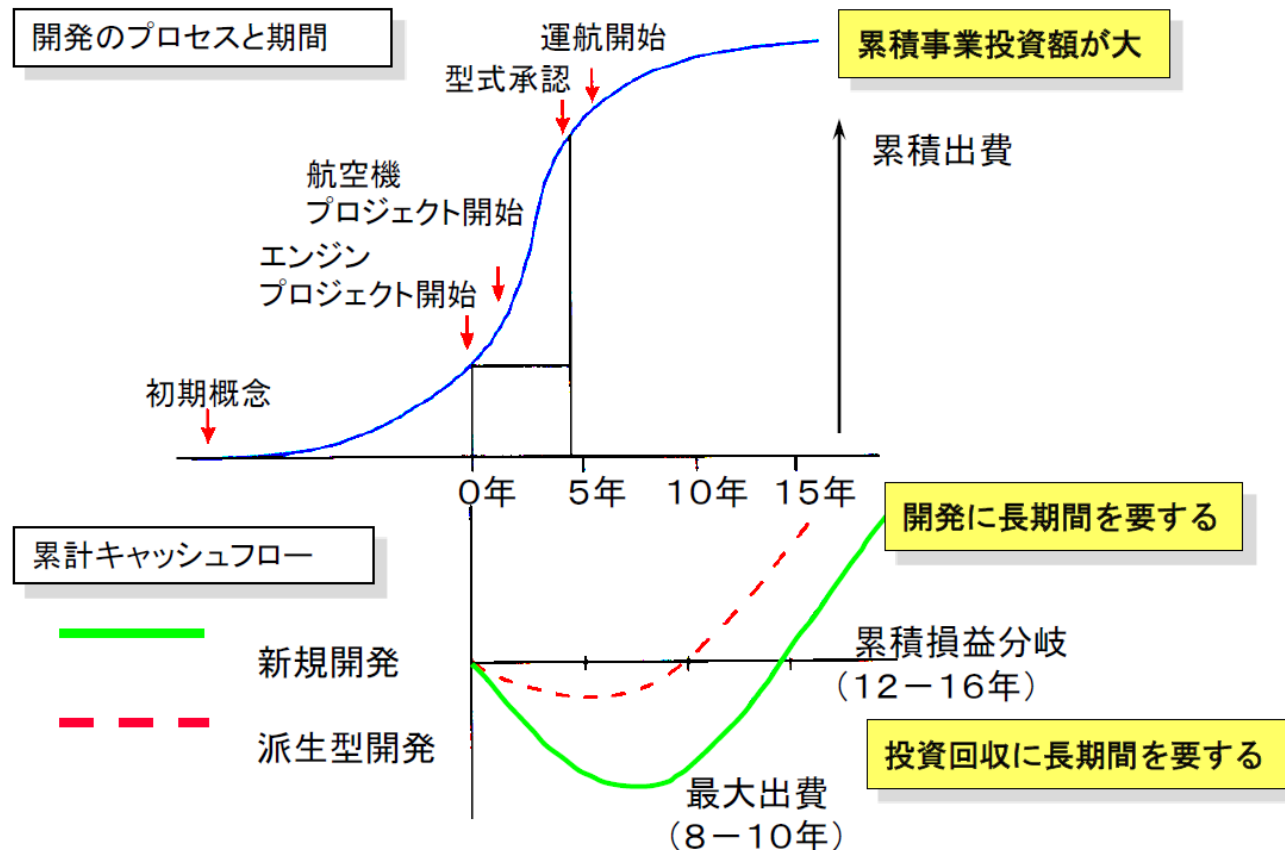
民間航空エンジンOEM3社の売上



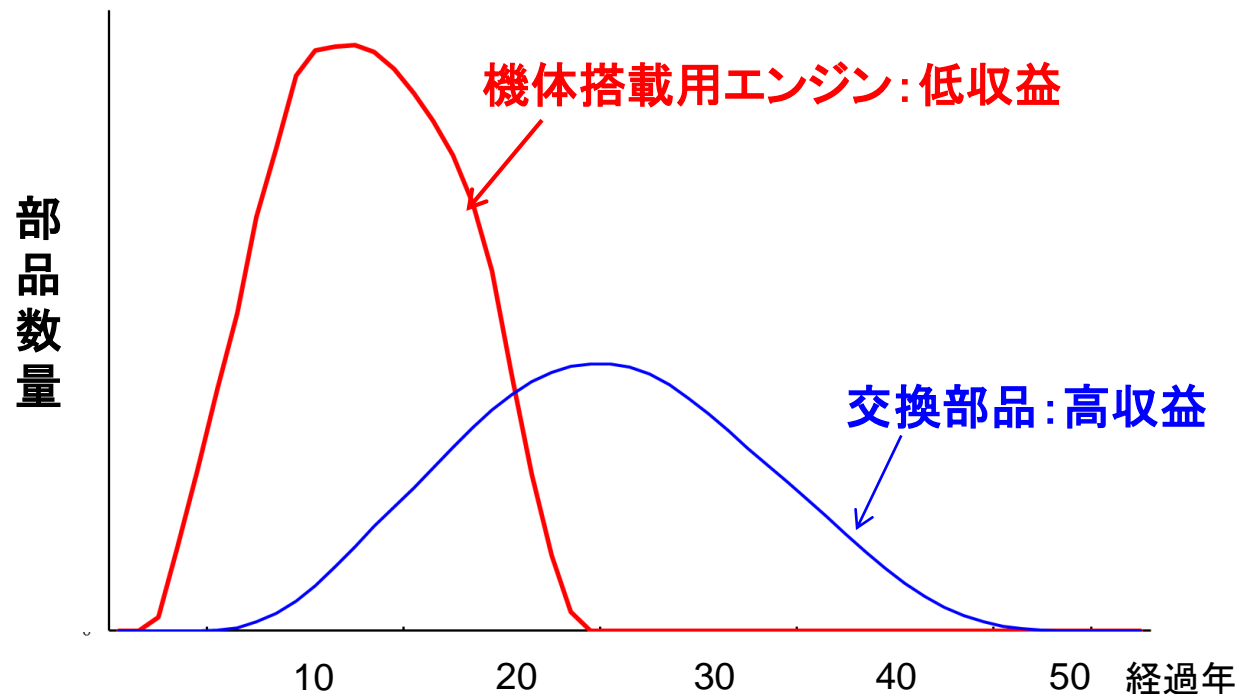
今後20年間で約3倍に事業規模拡大 : 20年後には14兆円規模へ



航空機用エンジン事業ー大きな開発リスク・事業リスク (例) 航空機エンジンの開発にかかる時間と資金の模式図



エンジン部品は機体搭載用エンジン以外にMRO時の交換部品に対する大量の要求あり



プロジェクト初期は損益悪く、交換部品需要が大きくなる中・後期で損益が劇的に改善する



バランスの取れた製品ポートフォリオが重要⇒機体以上に参入障壁が高い

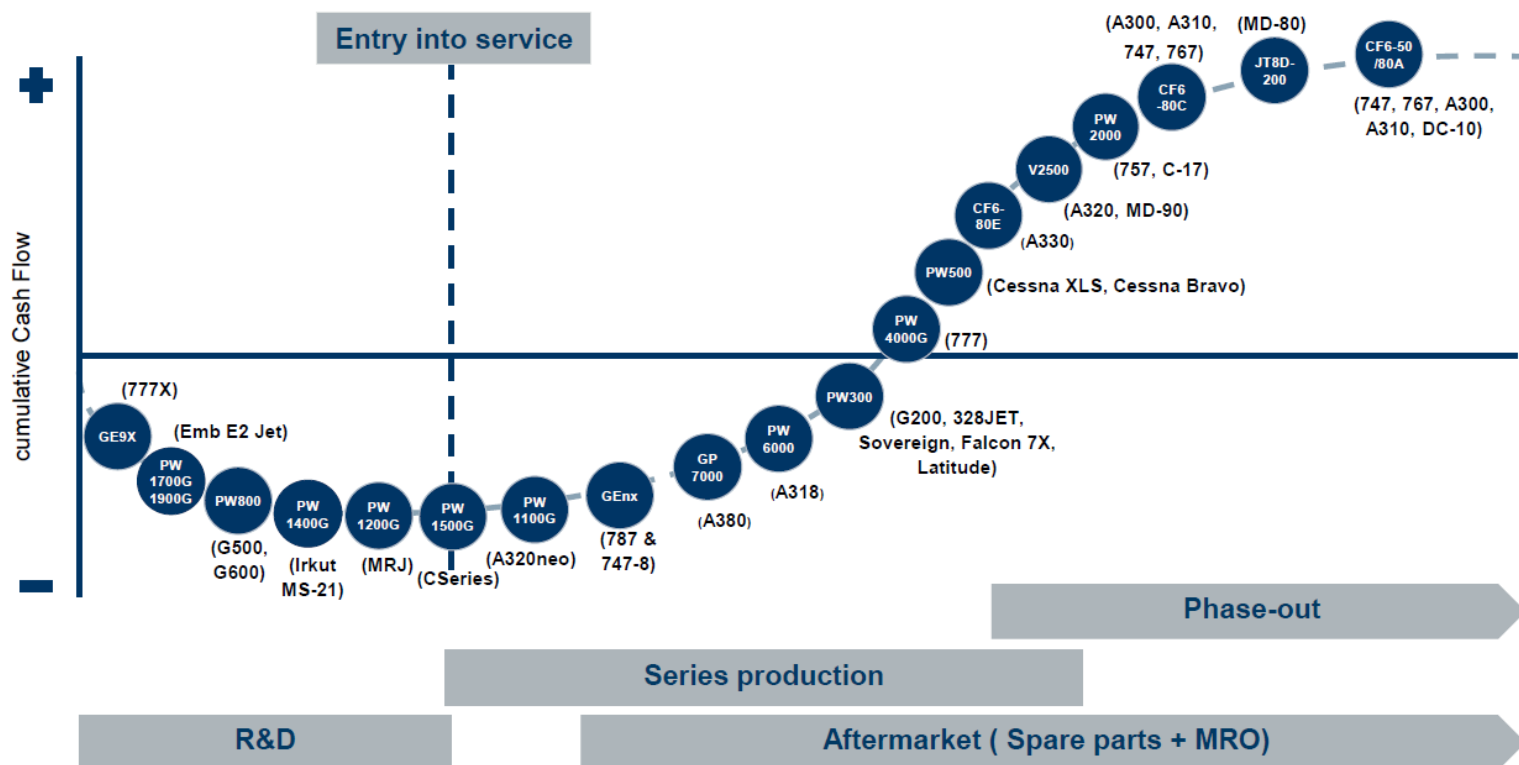


Balanced Product Portfolio

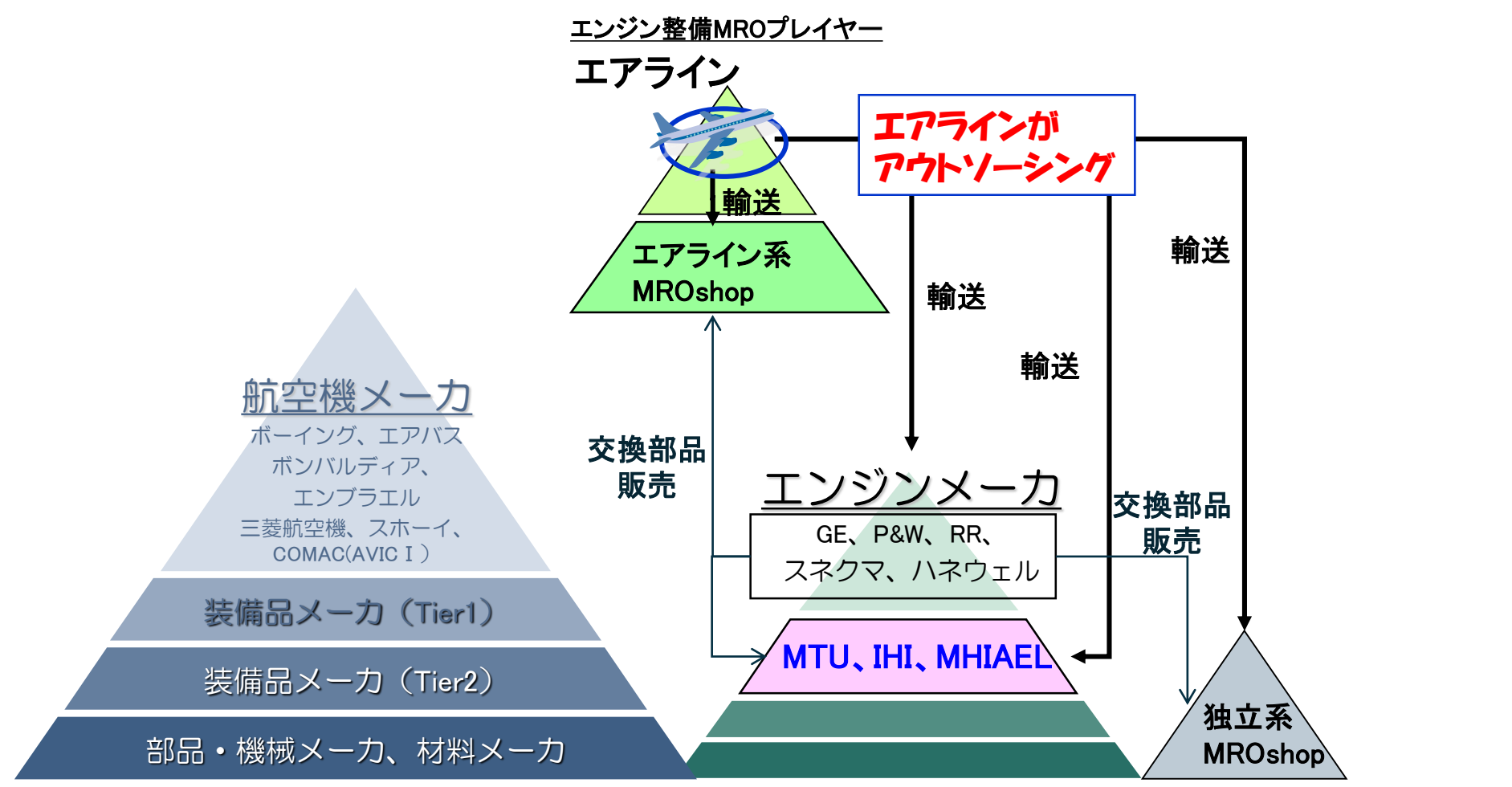
MTU's engine portfolio is well balanced between young and mature programs



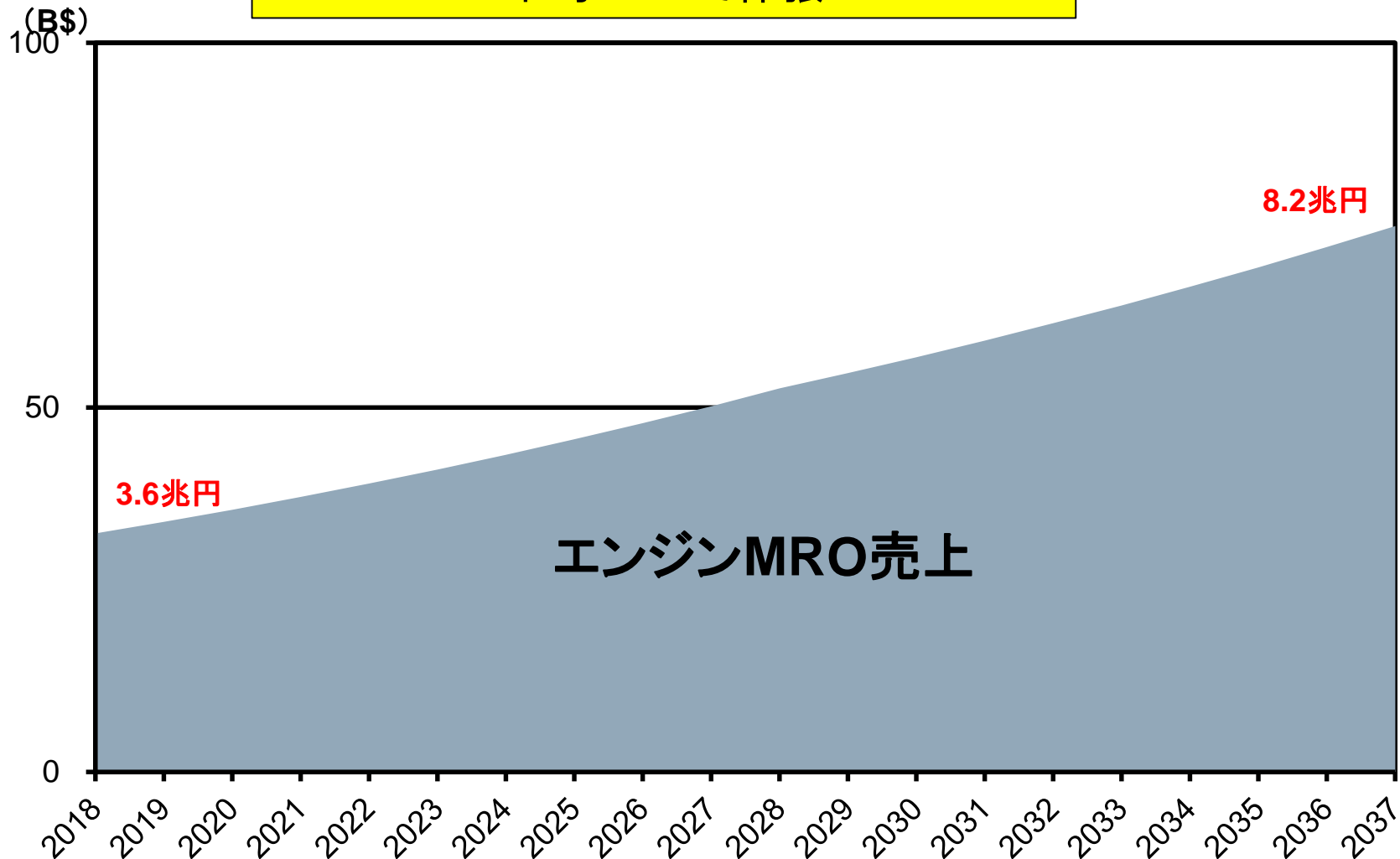
Life cycle cash flow profile of commercial MTU engines



- MROビジネスのプレイヤーは、エアライン系、エンジンメーカー系、独立系MRO業者が存
- エンジンメーカー系はネットワークを組成し独立系MRO業者を排除の方向



エアラインのアウトソーシングが進み年率
平均4.6%で伸張



国内エンジン事業は機体に比べ大きく伸張中

