

次世代エンジン技術の研究開発

研究開発本部 ジェットエンジン技術研究センター
センター長 西澤 敏雄



航空機プログラムシンポジウム2012 「次世代エンジン技術の研究開発」

研究開発本部
ジェットエンジン技術研究センター
西澤 敏雄

1

Outline

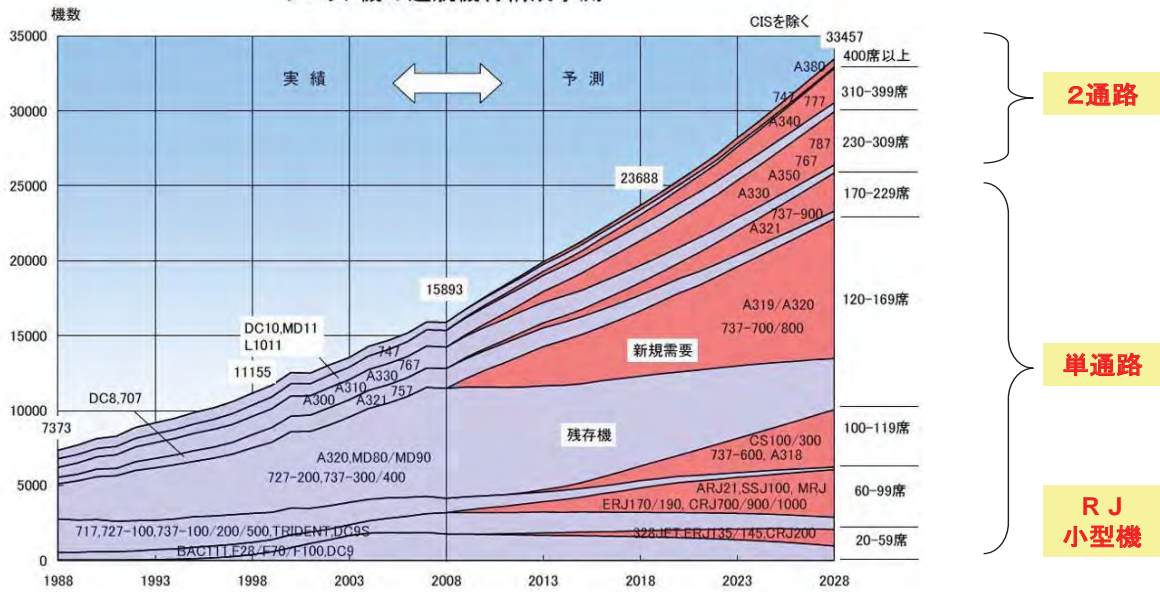
- 民間航空機エンジンの動向
 - 需要と開発動向
 - 技術動向
- 次世代エンジン技術研究開発
 - クリーンエンジン技術
 - 次期中期の研究開発構想
- まとめ



民間航空機の需要

- ▶ 今後20年は、年率4-5%の割合で航空輸送需要の伸びが予測されている。
- ▶ ジェット機(&エンジン)の数も20年間で約2倍に増加する見込み。

ジェット機の運航機材構成予測



出展： 文部科学省第34回航空科学技術委員会資料より
(財)日本航空機開発協会

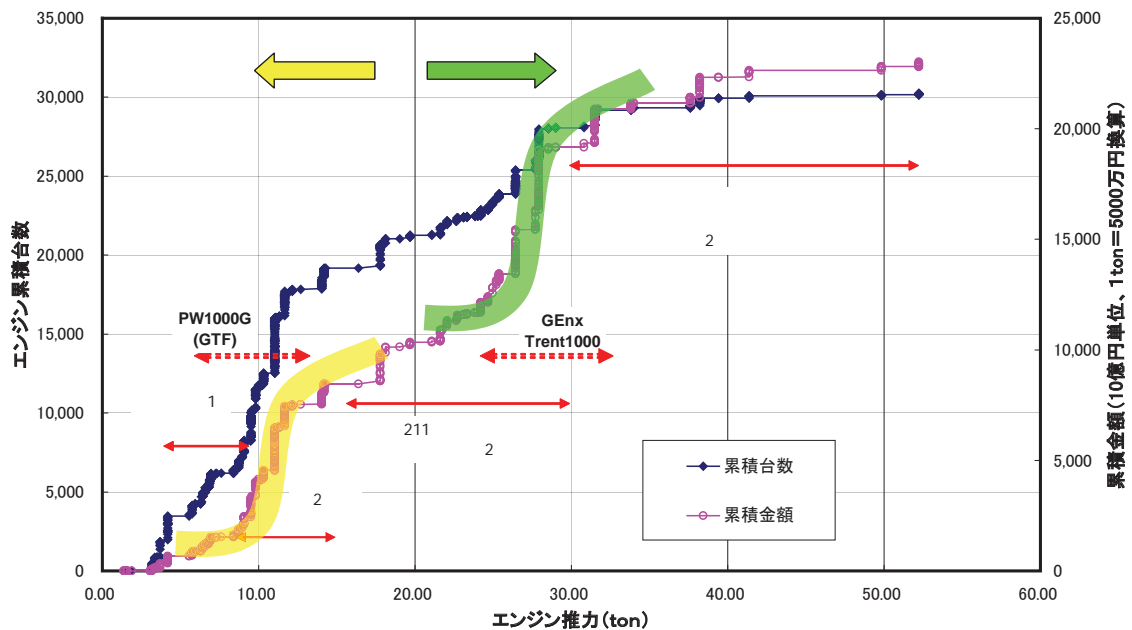
20年



民間エンジンの需要と開発動向

- ▶ エアラインの保有エンジンは、台数・金額ともに10トン前後と25トン前後が多い。

世界のエアライン保有エンジン



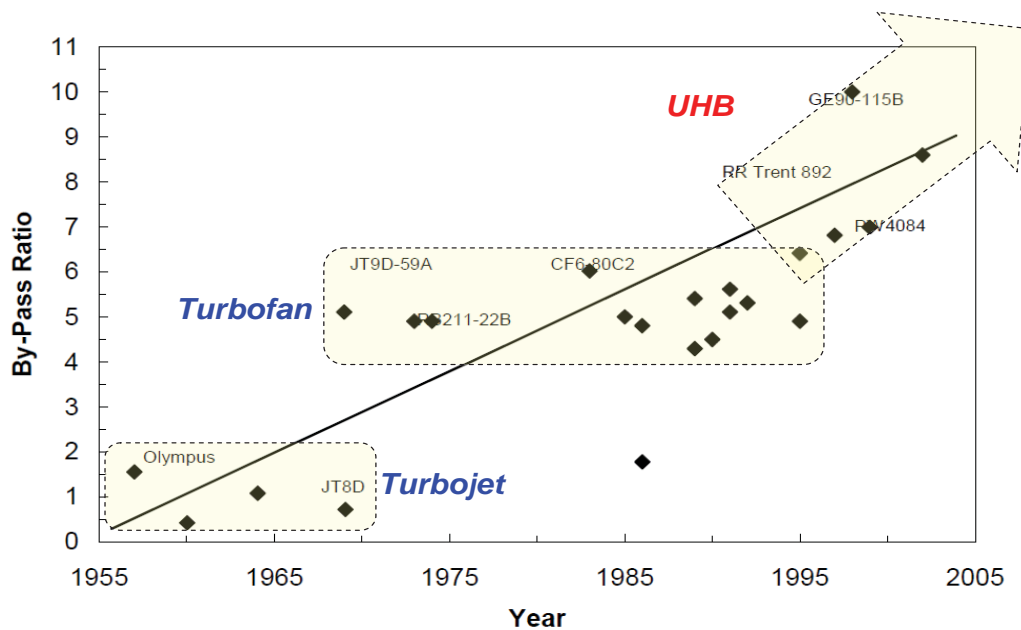
累積金額(10億円単位、1ton=5000万円換算)

エンジン推力 (ton)



高バイパス比化の動向

➤コスト削減、石油資源枯渇、地球温暖化を背景に、航空エンジンの燃料消費削減のため、高バイパス比化が更に進む見込み。



JAXAクリーンエンジン技術の研究開発

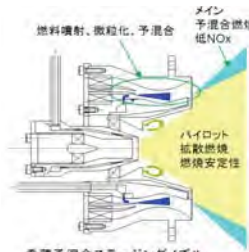
目的・概要: 小型クラスのエンジンについて、小型エコエンジンプロジェクトに対して、要素技術、評価技術等の開発および設備供用による支援を実施。合わせて、一段高い環境適合性能を目標として、独自の先進要素・システム制御技術及び評価技術を開発。

クリーンエンジン技術の目標:
 NOx -80% (ICAO CAEP/4)
 CO₂ -15% (現行機比)
 騒音 -23dB (ICAO Chap.4)

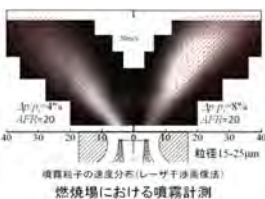
クリーンエンジン技術(先行環境保全技術) = NOx低減 + CO₂低減 + 騒音低減

NOx低減

希薄予混合燃料ノズルを開発
を
実証



噴霧計測による
気流微粒化
燃料ノズルの
火炎構造解明

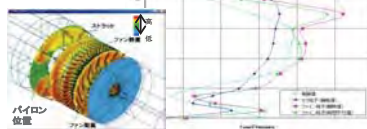


CO₂低減

タービン翼高性能冷却構造により、必要冷却空気を削減することで効率化
図は冷却構造模型を表面温度分布(合成)

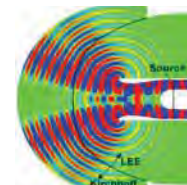


ファン バイパスダクト全周非定常流れ解析

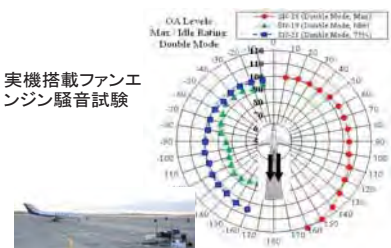


騒音低減

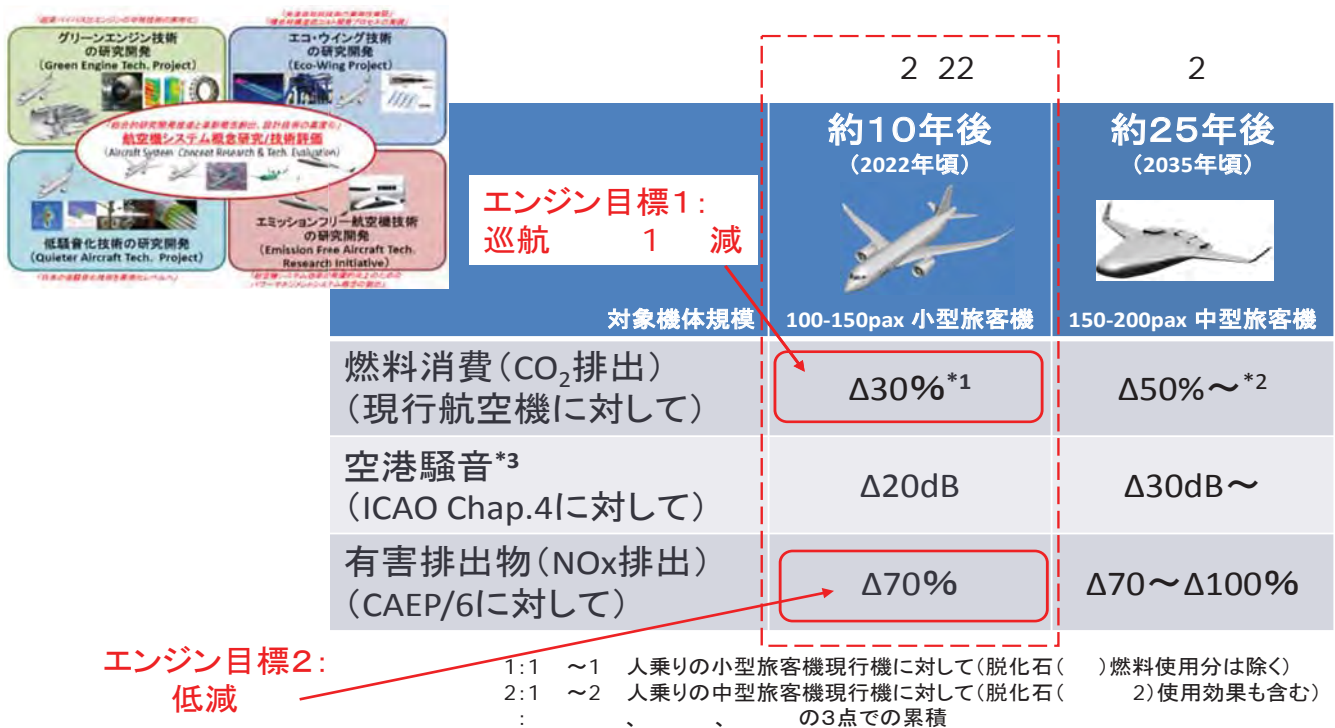
ファン騒音の伝搬と放射



実機搭載ファンエンジン騒音試験

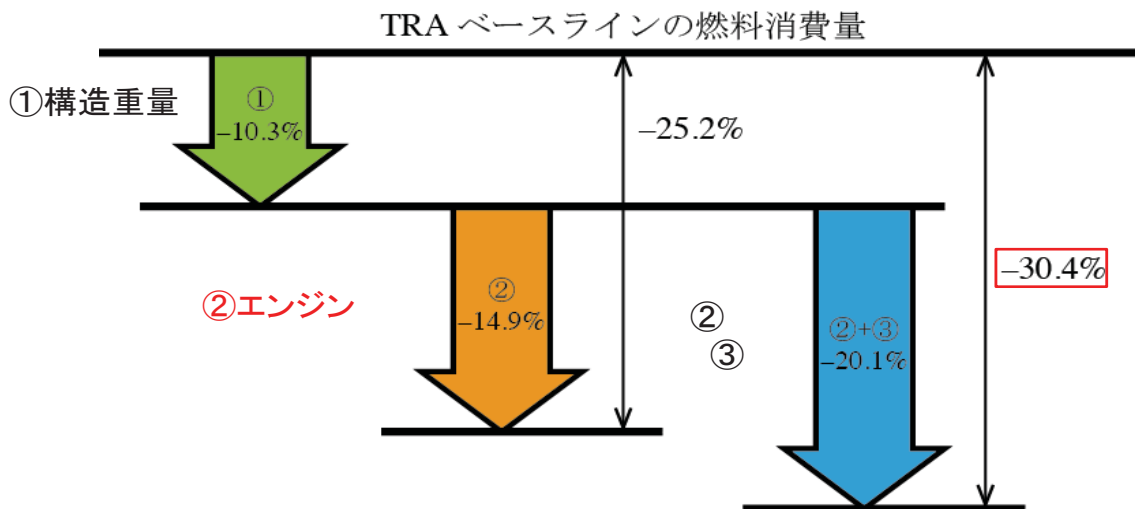


JAXA航空の環境負荷軽減目標案

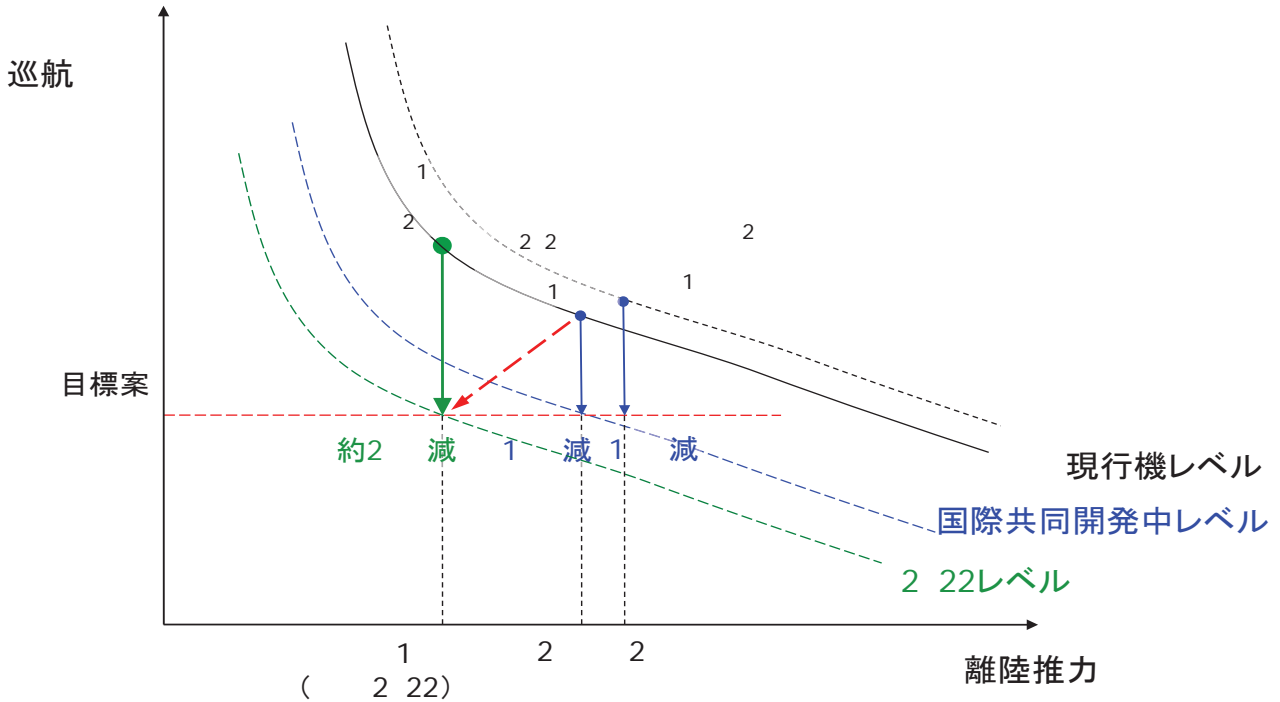


JAXA航空の環境負荷軽減目標案(CO₂)

①構造重量: 2 ② : 1 ③ :

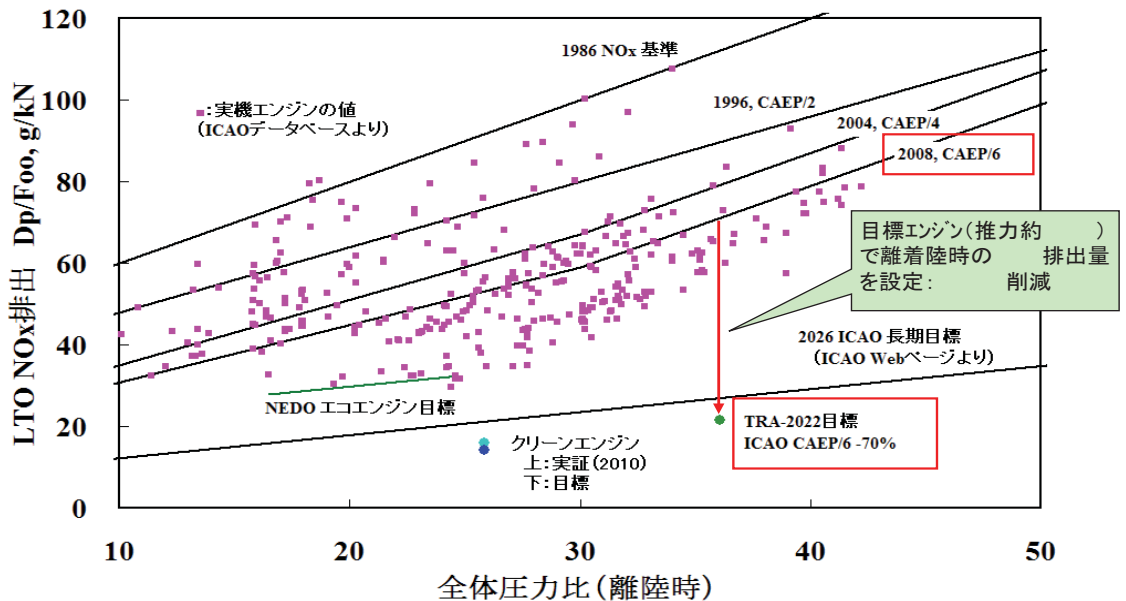


エンジン性能向上目標案(CO2)



エンジン性能向上目標案(NOx)

- 排出規制として2022年に制定、2022年までの長期目標も設定されている。
- 燃費向上のための高温高压条件に対しても十分な削減が必要となっている。



次世代エンジン技術研究開発構想(案)

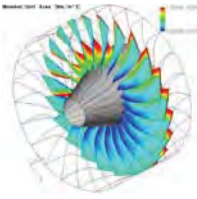
概要： 燃費消費 巡航 1 減および 排出 減の実現を目標として、超高バイパスエンジンの基本システムを設定するとともに、我が国のこれまでの研究開発実績の高い低圧系要素の実用化技術とコアエンジン要素技術の開発・実証を行う。

①次世代高効率ファン・タービンシステム技術

▶ファン大口径化に対応するファン翼部の軽量複合材技術の開発・実証、及び、低圧タービン翼部への耐熱複合材適用技術の開発

○次世代複合材ファンシステム技術

- ・軽量複合材適用技術
- ・構造信頼性設計技術



○耐熱複合材低圧タービン技術

- ・耐熱複合材適用技術
- ・構造信頼性設計技術



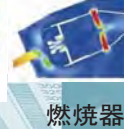
②スーパーコアエンジン技術

▶コアエンジンの小型高出力化のシステム設計、燃焼器の低 化技術およびタービンの高効率冷却構造技術等の開発・実証

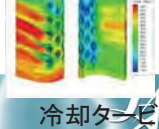
- ・低エミッション燃焼器



圧縮機



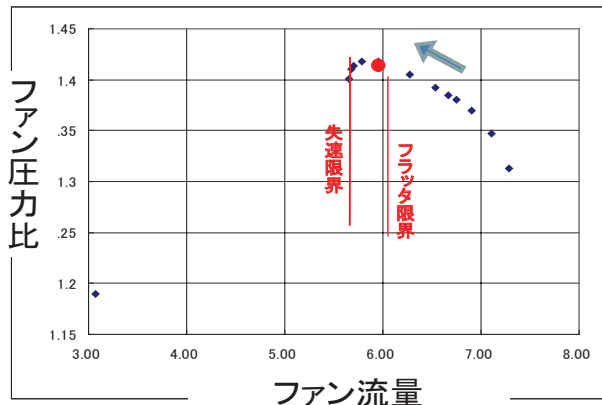
燃焼器



冷却タービン

JAXAにおける関連技術の研究状況 軽量ファン技術

- ▶ 次世代高バイパス比エンジンに必須の軽量化実現のため、軽量構造・材料を適用したファン要素について、フラッタ予測技術高度化の研究開発を実施。
- ▶ ファン空力性能の高負荷高効率化設計について数値解析と実験検証を進めつつ、翼振動に伴い衝撃波の非定常流れの高精度シミュレーション(連成解析を含む)により、安定作動限界の予測精度を向上。



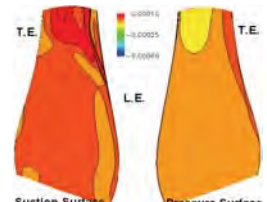
単段ファンの流量 圧力比性能マップ
(設計点の 回転数)



単段ファン試験機



動翼振動モード(



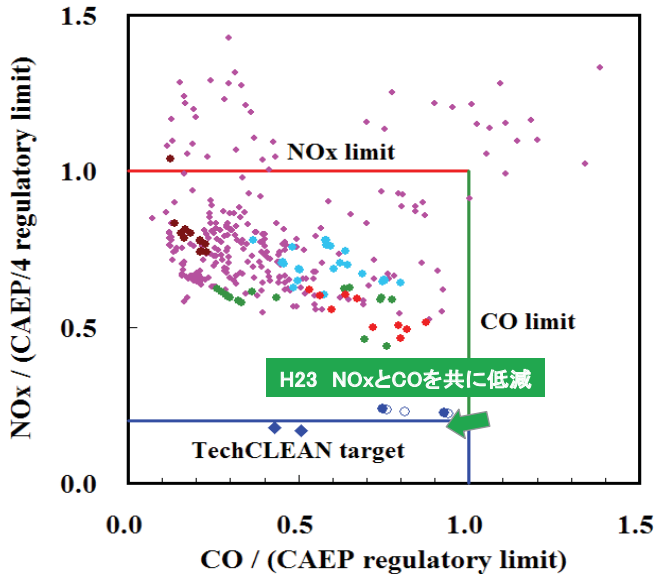
空力減衰特性

JAXAにおける関連技術の研究状況

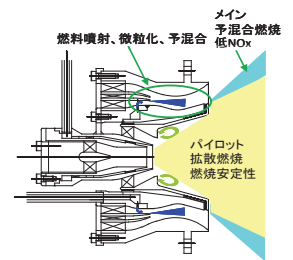
低エミッション燃焼器環境適合技術

ステーシング燃焼技術の低NOx性の技術実証実績(2011年度末現在)
(JAXAクリーンエンジン技術プロジェクト)

シングルセクタ燃焼器で世界最高レベル!



- Emissions Databank
- CAEP/4 NOx limit
- CAEP CO limit
- TechCLEAN target
- Staging single-sector
- Staging multi-sector
- ◆ New combustor
- AE3007, OPR=16-20
- CF34, OPR=19-27
- V2500, OPR=25-34
- CFM56, DAC, 24-33



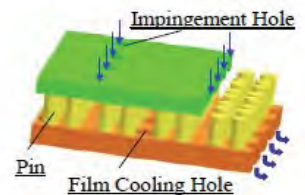
JAXAパイロット付
希薄予混合燃料ノズル



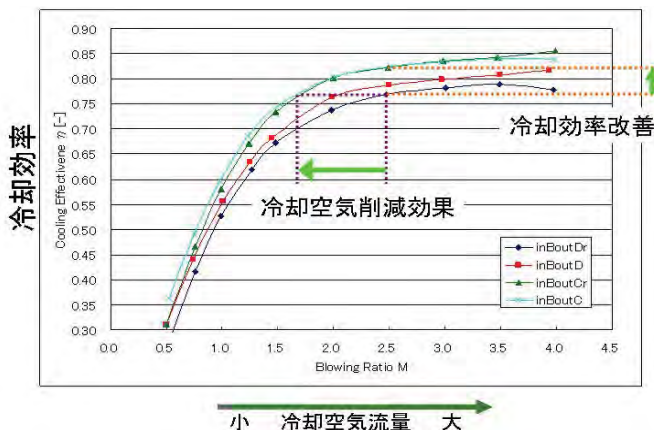
JAXAにおける関連技術の研究状況

超高温タービン(冷却)技術

- フィルム+インピンジ+ピンフィンで構成する複合冷却構造をタービン翼前縁部へ適用
- 相対配置の影響を評価試験
- 連成解析で現象分析。
- 最適化により冷却効率改善(空気量削減)を確認

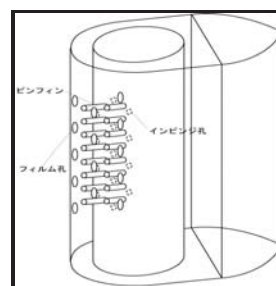


複合冷却構造



相対配置による冷却効率の改善

サーモカメラ
観察範囲



複合冷却試験体
概略図



表面温度(合成)



まとめ

- 航空エンジンの環境負荷軽減(CO₂&NO_x排出削減)のため、高バイパス比化と高温高压化の傾向は今後も続く見込み。来るべき国際共同開発に向けて、実用的技術の競争力強化が必要。
- 航空機に対する需要を踏まえ、JAXAの技術参照機体(TRA2022)とその搭載エンジンの性能目標を設定。
- 燃費消費(巡航SFC) 15%減およびNO_x排出70%減を目標として超高バイパスエンジンの将来システムを想定し、次期中期計画では、これまで我が国が実績の豊富な低圧系要素の技術開発・実証に重点化するとともに、燃焼器を核とするコアエンジン要素の研究開発を行う。
 - 高バイパス比化に対応する大口径ファンの軽量複合材技術の開発・実証、及び、低圧タービン翼部への耐熱複合材適用技術の開発・実証。
 - コアエンジンの小型高出力化に向けたシステム設計、燃焼器の低NO_x化技術およびタービンの冷却効率向上技術などの研究開発。
- 以上の構想・計画について、文部科学省・航空科学技術委員会において審議して頂いているところ。



機体騒音低減技術の研究開発動向と JAXA の研究計画

航空プログラムグループ 環境適合機体技術チーム
セクションリーダー 山本 一臣



機体騒音低減技術の 研究開発動向とJAXAの研究計画

航空プログラムグループ 環境適合機体技術チーム 山本一臣

2012. 09. 13

航空プログラムシンポジウム2012 日本科学未来館

アウトライン

- 航空機の低騒音化の動向
 - 旅客機の騒音の推移、現状
 - ICAO, EU, NASAの技術目標
 - エンジンシステム/機体コンフィギュレーションによる騒音低減
 - 機体騒音低減の必要性
- 機体騒音の低減とJAXAの研究開発
 - 機体騒音の発生メカニズム/低減技術の例
 - JAXAにおける研究活動/低騒音化技術の開発
 - JAXA次期中期計画における技術実証計画の概要
- まとめ



2012. 09. 13

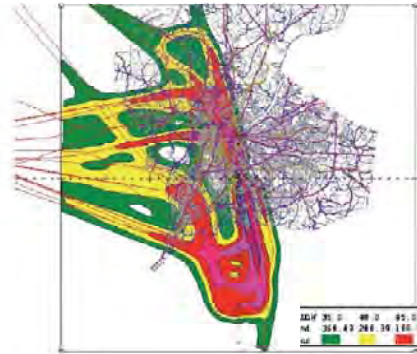
航空プログラムシンポジウム2012 日本科学未来館

低騒音化の必要性

- 現在でも空港周辺の地域社会に対して最も明示的な影響を与えている環境問題
 - 騒音によって空港の運用制限を行う
 - ICAOの規制値よりも厳しい空港独自の騒音規制
 - エアラインが支払う空港離発着料は騒音レベルで決められる
- 地域社会の騒音に対する意識, 知識, 期待の高まり
- 今後の航空輸送の増大による離発着回数の増加
 - 離発着回数による騒音被害の増加を上回る低騒音化が必要

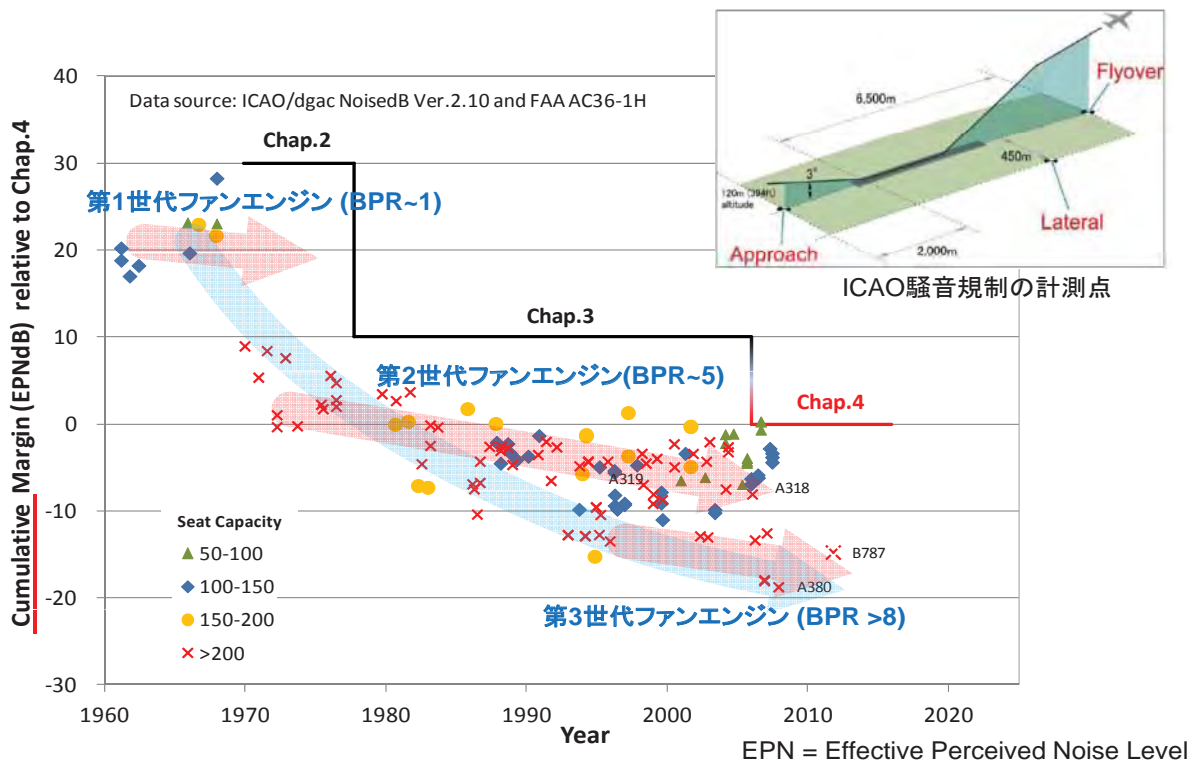


Prof. Astley, "Aircraft Noise – Issues and Challenges"
UK-Japan bilateral Workshop, Aircraft Emissions and Noise
Tokyo, January 17-19 2006 より



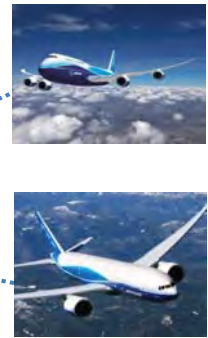
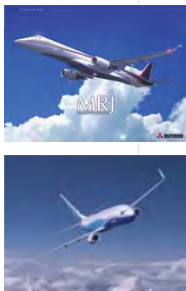
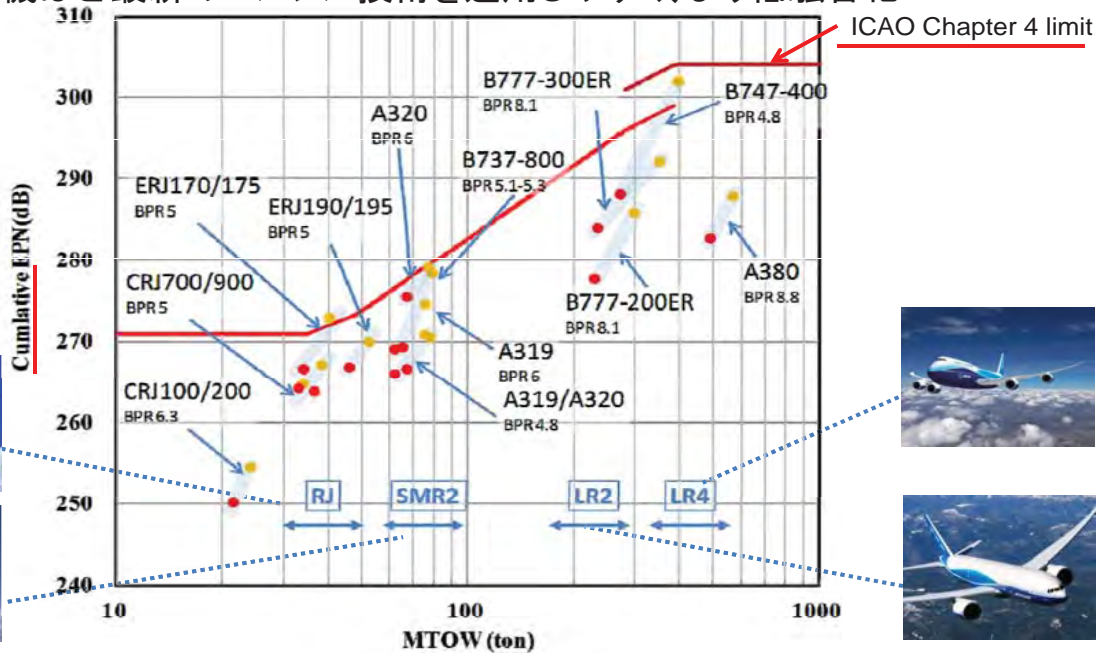
空港周辺の騒音コンターの例

機体の騒音レベル推移と規制値の経緯



ICAO Annex 16 Chap. 4と現行機の騒音レベル

- 機体重量による規制レベル。現状はChap.4-10dB程度。
- 大型機ほど最新のエンジン技術を適用しやすく、より低騒音化



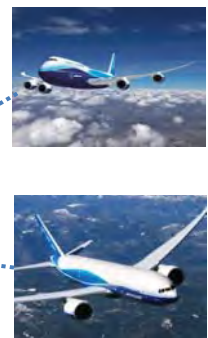
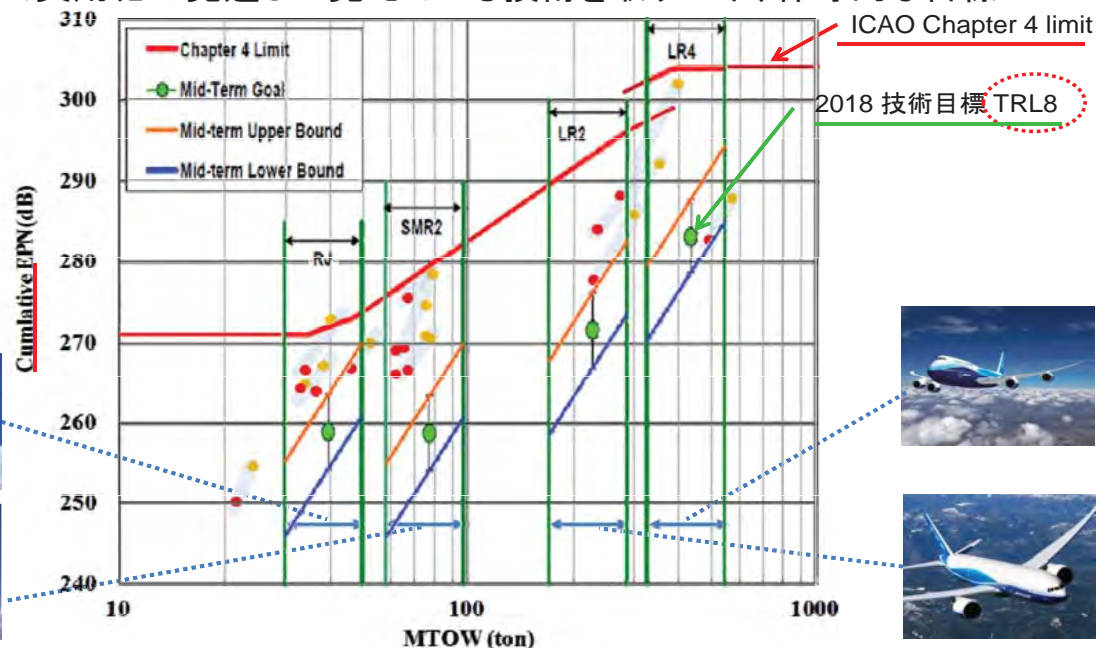
2012. 09. 13

航空プログラムシンポジウム2012 日本科学未来館



ICAO CAEP8 IE reportの技術目標

- Noise Technology Independent Experts (IE) がまとめたmid-term 技術目標
- 現状で実用化の見通しが見えている技術を取り上げ、保守的な目標



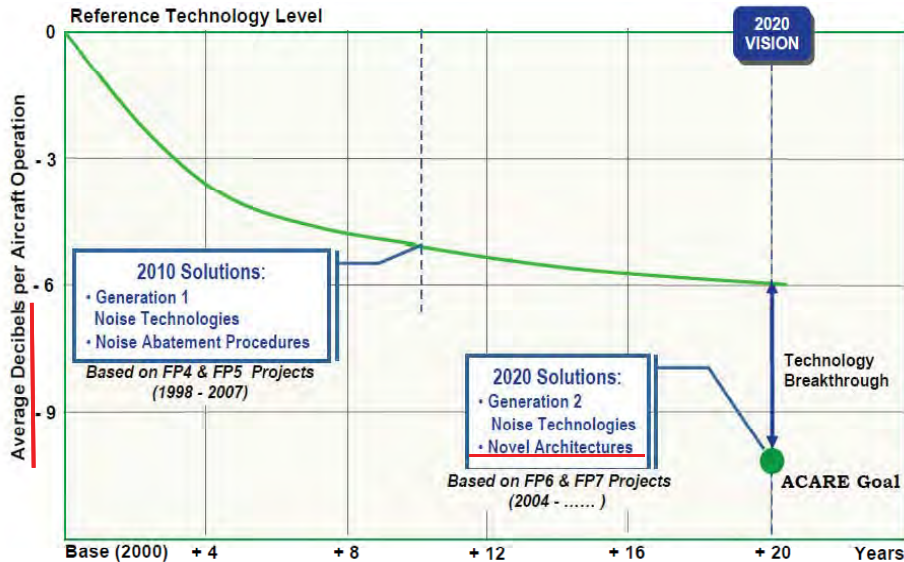
2012. 09. 13

航空プログラムシンポジウム2012 日本科学未来館



騒音低減の技術開発目標 (EU)

- 欧州のACARE Vision 2020
- 現状の騒音低減技術では2000年レベルから(3点の平均で) -6dB程度
- 革新的な技術開発を推進するため -10dBを目標(Chap.4 - 25~35dB程度)



騒音低減の技術開発目標 (NASA)

NASA Subsonic Fixed Wing Project

- 2015年、2020年、2025年のシステムレベルの研究開発目標
- 技術開発を促進する事を目的に大幅な騒音低減目標を掲げている。
- 2025年の目標は空港境界の外側では騒音として聞こえないレベル

CORNERS OF THE TRADE SPACE	N+1 (2015)*** Technology Benefits Relative to a Single Aisle Reference Configuration	N+2 (2020)*** Technology Benefits Relative to a Large Twin Aisle Reference Configuration	N+3 (2025)*** Technology Benefits
Noise (cum below Stage 4)	- 32 dB	- 42 dB	- 71 dB
LTO NOx Emissions (below CAEP 6)	-60%	-75%	better than -75%
Performance Aircraft Fuel Burn	-33%**	-50%**	better than -70%
Performance Field Length	-33%	-50%	

*** Technology Readiness Level for key technologies = 4-6

** Additional gains may be possible through operational improvements

* Concepts that enable optimal use of runways at multiple airports within the metropolitan areas



システム / コンフィギュレーションによる騒音低減

- 従来のTube and Wingの機体形態を想定した場合、低騒音化に最も大きな影響を与える要素はエンジンのバイパス比
- バイパス比10~15程度の次世代のエンジンの導入によって特に離陸時の騒音の大幅な低減が図られると予想されている。

Table 1.7.1 - Mid-Term Goals - Year 2018 EPNL Noise Reductions
(Relative to Current Reference Aircraft)
(BPR + NRT = Total)

Aircraft Category	Approach	Flyover	Lateral	Cumulative (TRL 6)	Cumulative (TRL 8)
Regional Jet	0.5+1.5=2.0	2.0+1.5=3.5	3.5+1.0=4.5	6.0+4.0=10.0	9.0
Small-Med. Range Twin	1.5+2.0=3.5	4.0+2.0=6.0	6.5+1.5=8.0	12.0-5.5=17.5	16.0
Long Range Twin	1.5+2.0=3.5	4.0+2.0=6.0	6.5+1.5=8.0	12.0-5.5=17.5	16.0
Long Range Quad	1.5+2.0=3.5	4.0+2.0=6.0	6.5+1.5=8.0	12.0-5.5=17.5	16.0



BPR:バイパス比による低減量

NRT:低騒音化技術による低減量

Pratt &Whitney Geared Turbofan

PurePower PW1000G ホームページより
<http://www.purepowerengines.com/index.html>

2018年の騒音低減技術レベル (想定しているバイパス比; RJ=9, SMR2~LR4=11)
CAEP8 Report of the Independent Experts on Noise Technology Goals より



システム / コンフィギュレーションによる騒音低減

- 欧米の高い技術目標を実現するために、機体による積極的な騒音遮蔽を狙った航空機形態
- バイパス比15以上の超高バイパス比エンジンを機体上面にマウント
- 安全性、整備性などの課題はあるが、-5dB~-10dBの低減が期待できる



エアバスの機体上方エンジンマウント概念の例



NASA N+2 Hybrid Wing/Body機のイメージ



航空機の主な騒音源

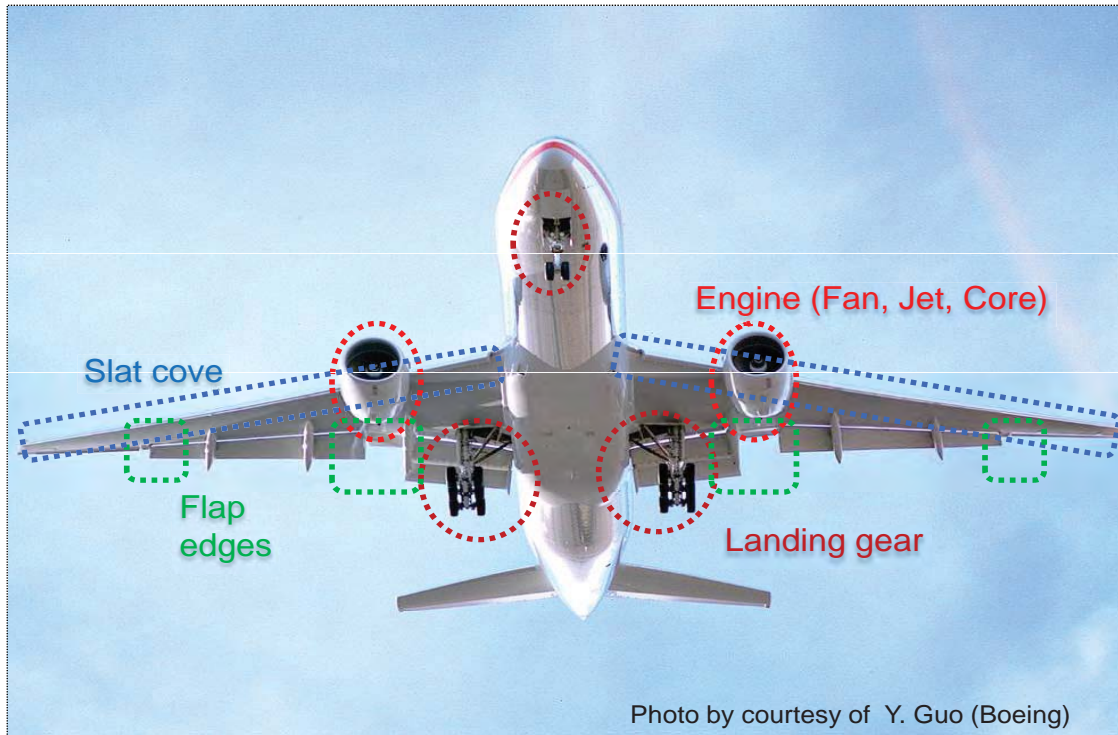


Photo by courtesy of Y. Guo (Boeing)

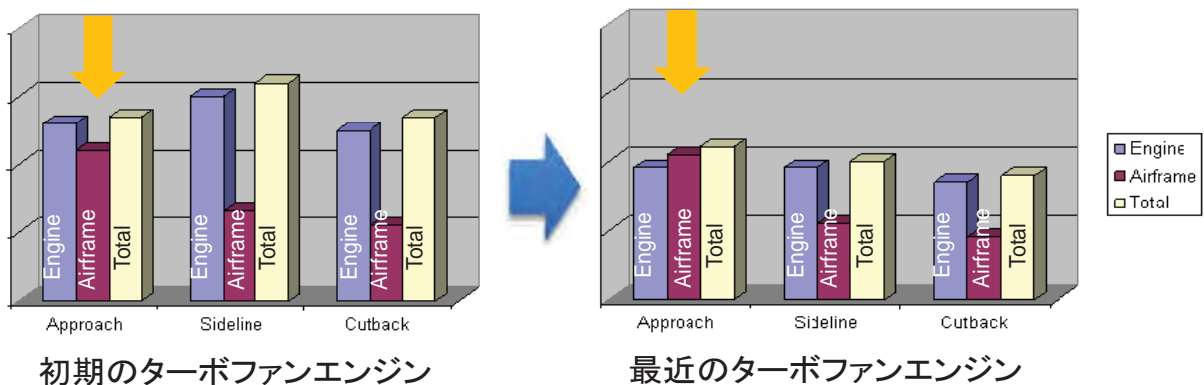


機体騒音低減の必要性

- これまで、エンジンの高バイパス比化をはじめとしてジェット騒音、ファン騒音低減技術によって大幅な低騒音化がなされてきた
- エンジンではタービン、燃焼器等の騒音の寄与が相対的に増えてきている
- 着陸の進入時には機体から発生する空力騒音が卓越
→ エンジンとともに機体の低騒音化が必要



Photo: Y. Guo (Boeing)



初期のターボファンエンジン

最近のターボファンエンジン



新しいリージョナルジェット機の開発

- 従来よりもバイパス比の大きなGeared Turbofanエンジンの搭載により、低燃費と低騒音をセールスポイントに開発中
- 着陸進入時には脚騒音、高揚力装置騒音など機体騒音が卓越することが想定される

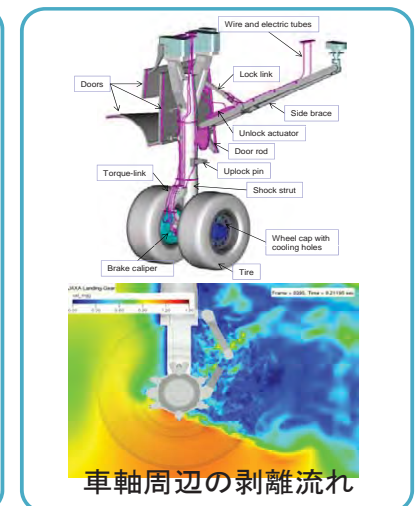
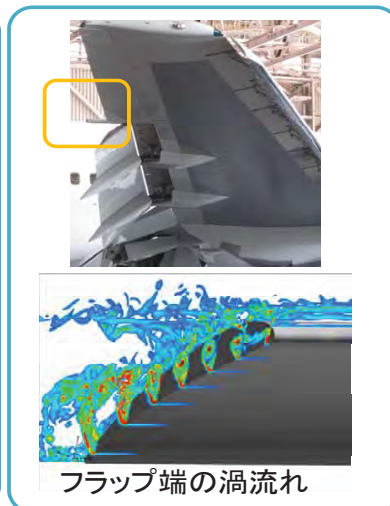
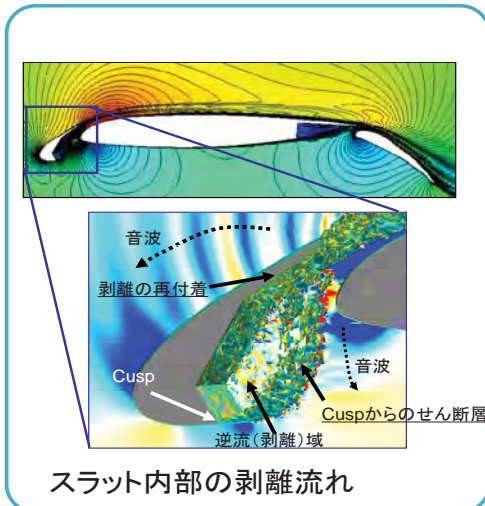


PurePower PW1000G ホームページより
<http://www.purepowerengines.com/index.html>



機体騒音の発生メカニズムと特徴

- 剥離した乱流せん断層が引き起こす機体表面の圧力変動が主な原因
- 広い周波数帯域を持つ騒音
- 騒音源になる剥離流を抑制・制御することで低騒音化は可能
- ただし、構造、作動機構、重量、空力性能、冷却とのトレードオフになり、実用化は容易ではない

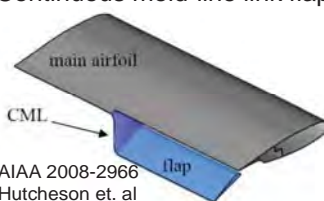


機体騒音低減技術

高揚力装置騒音

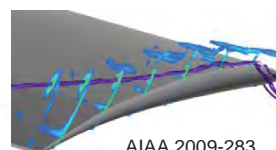
- フラップ端
 - 音源となる渦の強さや乱流強度を、形状修正、フェンス、ポラス等により変更
- スラットコブ
 - コブ埋め、カスプ形状の修正による逆流領域の除去
 - カスプ、スラット後縁のセレーションによるコブ内におけるフィードバックの緩和
 - 吸音ライナによる吸音など

Continuous mold-line link flap

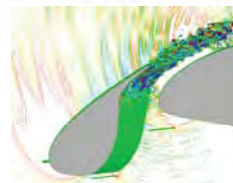


AIAA 2008-2966
Hutcheson et. al

Lower-round flap edge



AIAA 2009-283
Yokokawa et. al



AIAA 2008-2981 Imamura et. al



脚騒音

- 従来形態の若干の修正による騒音低減
- フェアリングによる流線形状の形成や発生音の遮蔽
- ポラスフェアリングによる音源領域における気流の減速など



Li, Y. et al "Measurement and Control of Aircraft Landing Gear Broadband Noise," Aerospace Science and Technology, 2011

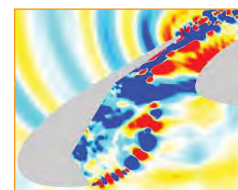


(a) Solid undertray



これまでのJAXAの研究活動

- 2004年から高揚力装置騒音の研究に着手
 - MRJ開発と連携した高揚力装置空力解析に並行して着手
 - フラップ端騒音と類似の流れを示す翼端流れの研究
- 2006～2009 矩形三翼素モデルによる研究
 - スラット騒音、フラップ騒音の解析と実験
 - Large Eddy Simulationによる乱流に起因する騒音の直接計算
 - 風洞内における音源計測技術
 - 騒音計測のための2m×2m風洞測定部の改修
 - スラット、フラップ騒音の低騒音化技術
- 2009～2011 実機を模擬した主脚モデルによる研究
 - 二輪主脚における騒音発生特性の把握
 - 主音源の低騒音化
- 2011～2012 より実機を模擬した翼モデルによる研究
- 2010～2012 飛行試験における音源計測技術の開発
- この間、国内機体メーカー、国内外の大学、NASAとも協力関係を結び、物理現象の理解、解析技術、実験技術、低騒音化コンセプトの研究を推進してきた

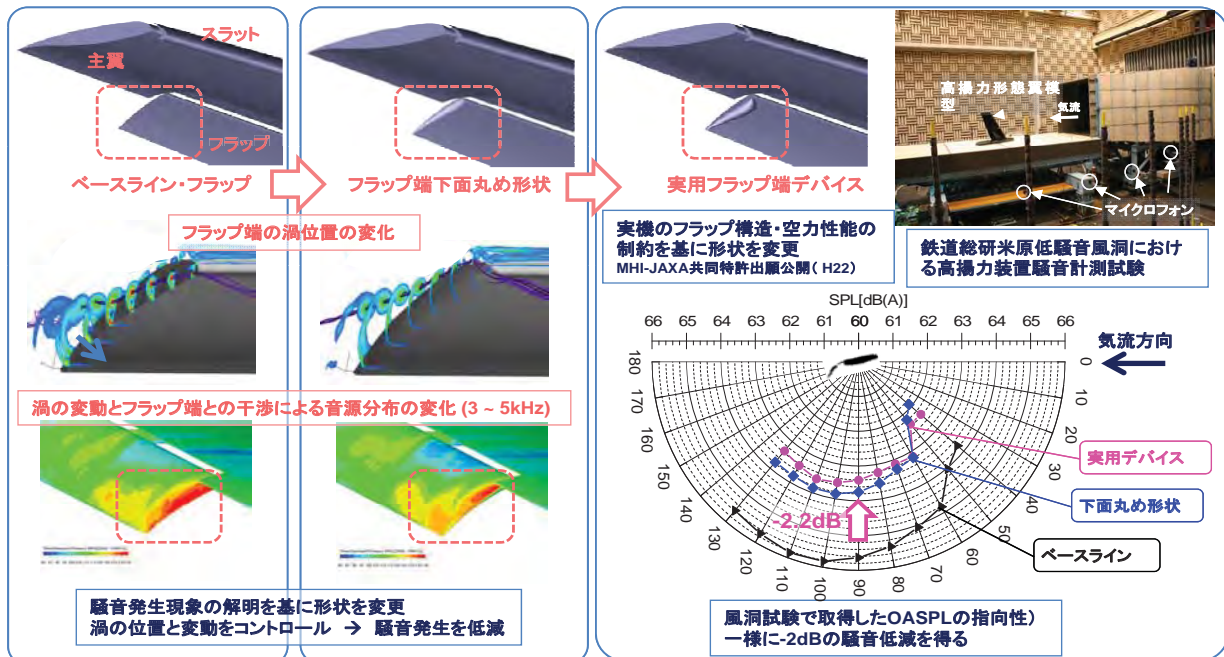


0.5kHz 最大値:64.9dB



JAXAにおける低騒音化技術の開発(フラップ)

- 発生メカニズムの解明と、実機に適用可能なコンセプトを確立
 - 今後、実機詳細形状への適用と、一層の低騒音化に向けて形状の最適化



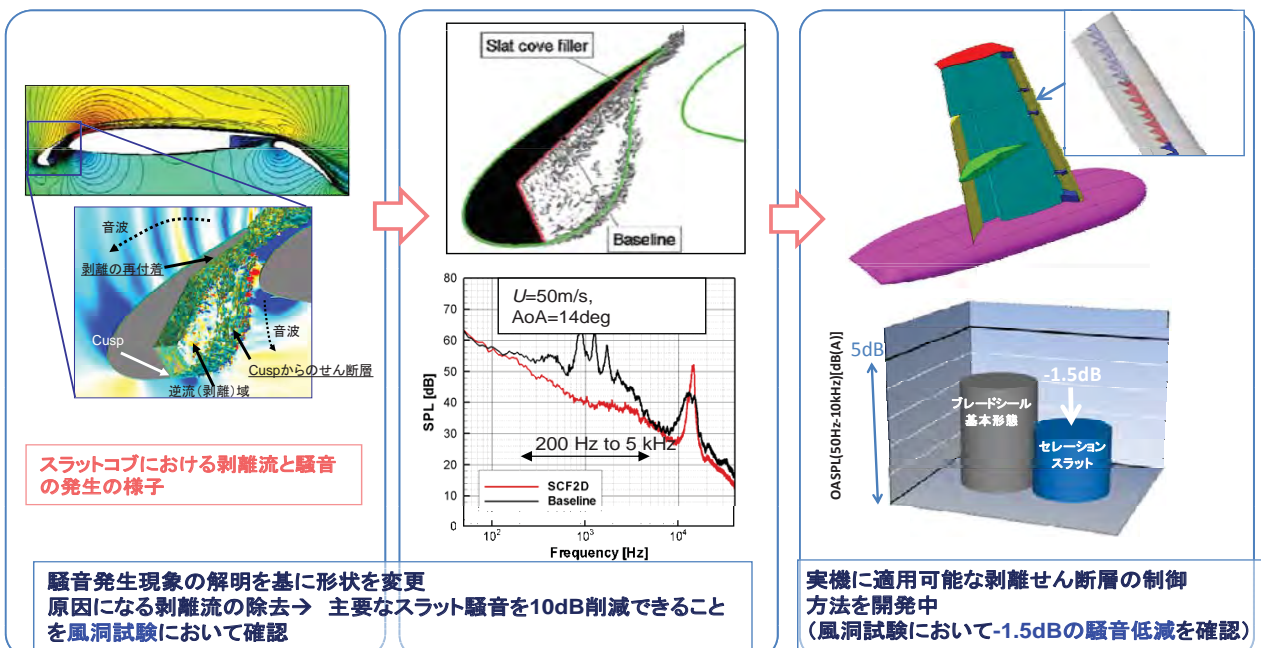
2012. 09. 13

航空プログラムシンポジウム2012 日本科学未来館



JAXAにおける低騒音化技術の開発(スラット)

- 発生メカニズムの研究を基に、理想的な形状であれば大幅な低騒音化が可能であることを実証。現在、実機に適用可能なコンセプトを試行中



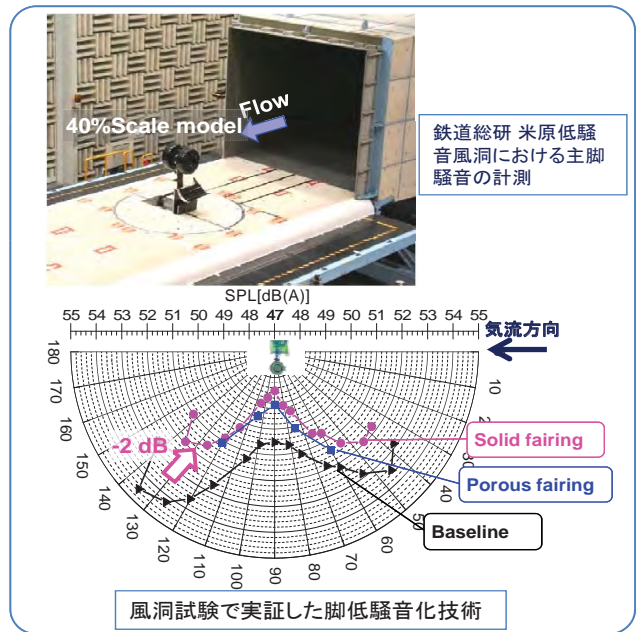
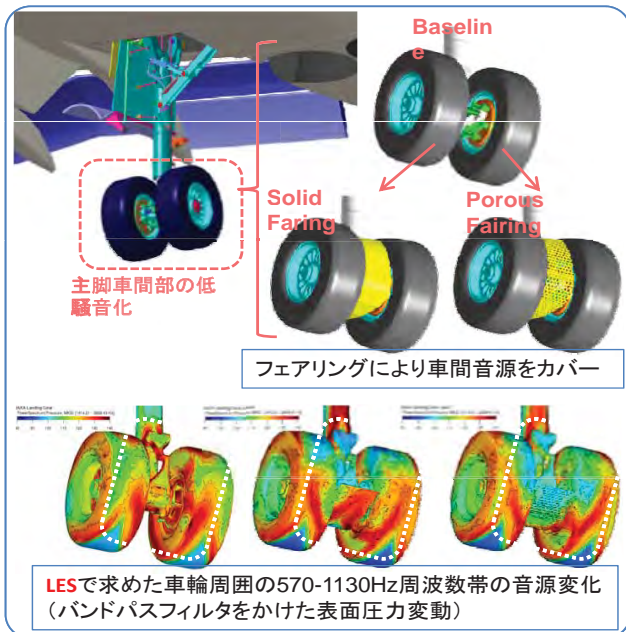
2012. 09. 13

航空プログラムシンポジウム2012 日本科学未来館



JAXAにおける低騒音化技術の開発(主脚)

- 実機の詳細形状を模擬したモデルでの低騒音化を実証
 - より最適な形状、構造 / ブレーキの冷却 / メンテナンスの制約を考慮した低騒音設計の研究を継続



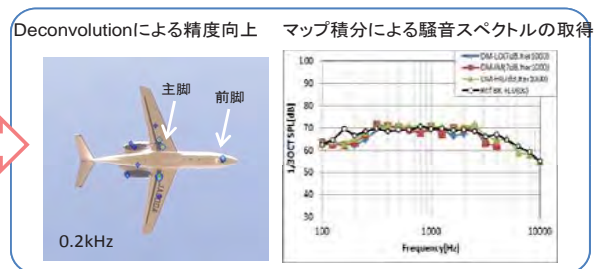
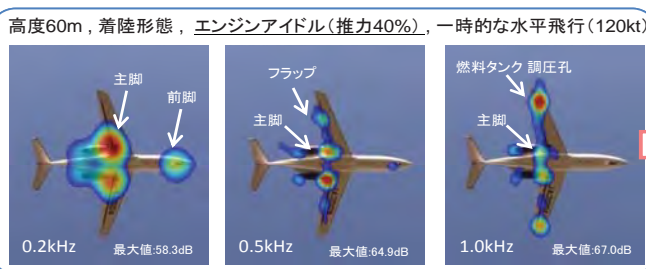
2012. 09. 13

航空プログラムシンポジウム2012 日本科学未来館



JAXAにおける低騒音化技術の開発(実機音源計測)

- 今後の飛行実証に向けて実機の音源を詳細に計測する技術を開発
 - 今後、低減量を正確に把握できる精度の計測技術・データ処理技術の確立を進める



2012. 09. 13

航空プログラムシンポジウム2012 日本科学未来館



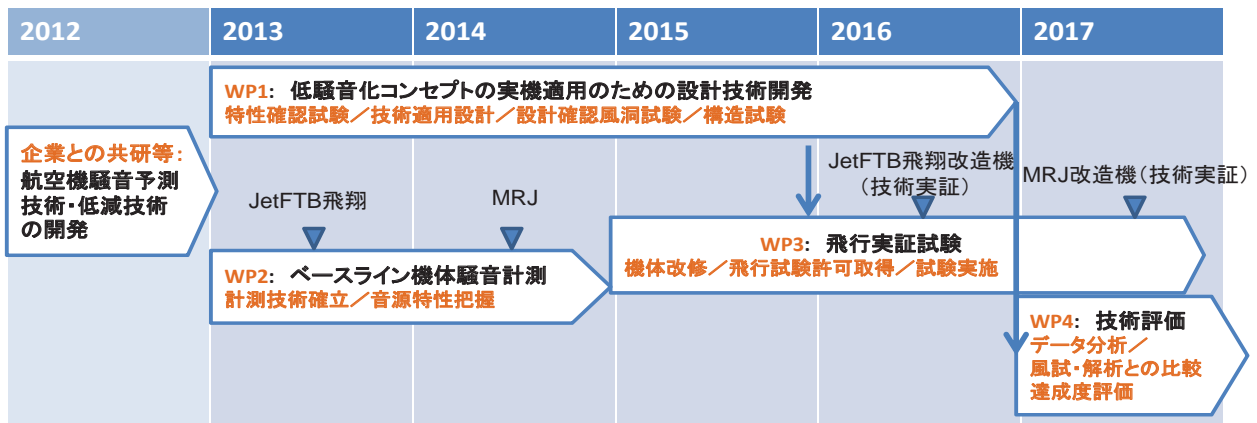
今後の機体騒音低減技術の研究開発

- 次期中期計画目標
 - 国内航空産業の環境技術競争力の向上を目的とし、これまで開発してきた要素レベルの低騒音化技術を実機適用可能な実用レベルに引き上げる (TRL=6)
 - 機体コンフィギュレーションによる低騒音化の基礎設計技術を確立する(TRL=3)
- ミッション
 - TRL<4で確立した低騒音化技術(コンセプト)のTRL>5での設計技術の確立と飛行実証
 - 合わせて将来機開発に向けたエンジン-機体統合による干渉騒音、遮蔽効果の研究と設計技術の開発



機体騒音低減技術の飛行実証計画の検討

- 目標) TRL=3~4で確立した各要素の騒音低減レベル -2dBを実機において実現する設計技術を開発し、MRJ等の飛行試験により技術を実証する
- 現在、協力企業とともに計画の詳細検討を実施中



まとめ

- 航空機の低騒音化の動向

- 民間航空機の騒音レベルは、特にエンジンの技術開発により、この50年間に大幅に低減された
- 特に航空需要の増加を踏まえたとき、航空機の低騒音化は今後も重要な課題。欧米では非常に挑戦的な目標を立てて、研究開発を推進している。
- MRJの機体クラスでも、新型エンジンの実用化により、低騒音は機体の市場競争力のために重要な性能となる。

- 機体騒音の低減とJAXAの研究開発

- 最新の機体では、着陸進入時に機体騒音が相対的に卓越。今後の低騒音化では機体騒音の低減が重要課題。
- 機体騒音は乱流に起因する空力騒音であり、構造等の制約の中で低減することは容易ではない。
- そのため、JAXAでは2004年から機体騒音の研究に着手し、企業や国内外研究機関との研究協力も行いながら技術研究を進めてきた
- 次期中期計画では、これまで培ってきた機体騒音の低減技術を実用化するための飛行実証を計画し、現在計画の詳細検討を進めている



航空機安全技術の研究開発プログラム

航空プログラムグループ 運航・安全技術チーム
チーム長 張替 正敏



航空プログラムシンポジウム2012

航空機安全技術の研究開発プログラム

航空プログラムグループ
張替 正敏

研究開発プログラムの背景

第4期科学技術基本計画

- 我が国が直面する重要課題
- (1) **安全**かつ豊かで質の高い国民生活の実現
 - i) **生活の安全性**と利便性の向上

航空科学技術に関する研究開発の推進方策

- 今後の研究開発の方向性
- 航空の安全性向上に資する研究開発
 - 機体の安全確保
 - 運航の安全確保
 - 災害救援機運用の安全性向上



科学技術基本計画(平成23年8月)

東日本大震災における災害救援機の運用



研究開発プログラムの目的

I. 航空輸送システムのリスク低減

- 機体のリスク、運航のリスク、乗客の不安を低減する、技術概念の創出とこれを実現する技術の開発
- 航空事故等の調査や安全基準策定に係る技術協力

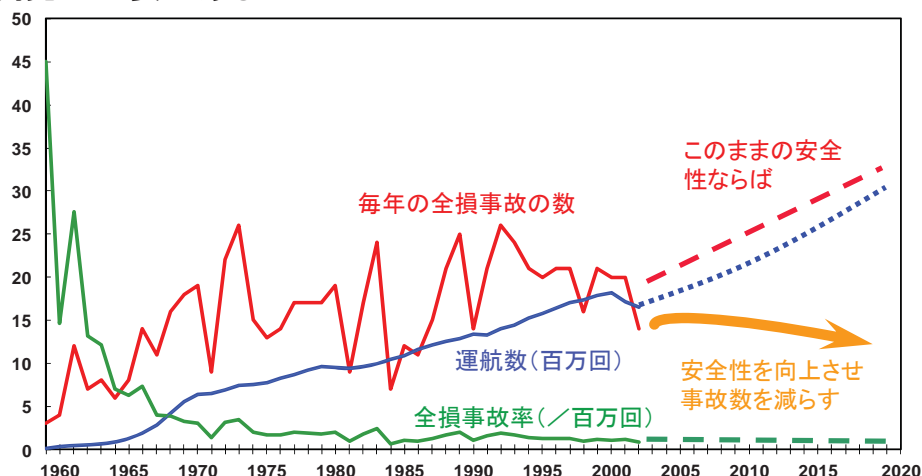
II. 航空機利用拡大による社会生活のリスク低減

- 社会生活のリスクを低減するミッション(捜索、救難、減災、防犯、等)における航空機の利用拡大を可能とする、技術概念の創出とこれを実現する技術の開発
- 運用、利用に係わるミッションの創出と普及促進活動



航空輸送システムの安全性

- 単純に事故の数を比較すれば航空機は安全な交通手段と言える
 - 事故件数(/年): 航空1,650件、車580万件、鉄道4,840件
出典: 米国運輸省(2008)、※航空以外は米国内のデータ
- 航空機事故はひとたび起こると多くの人命が失われる可能性があること、さらに今後の運航数の伸びを考えると、航空の安全性向上に係わる研究開発は重要である

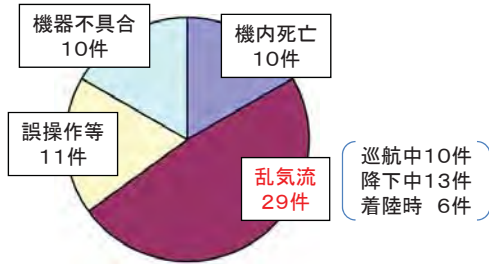


出典: ICAO

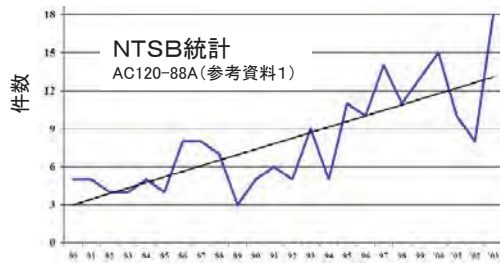


すでに増加の傾向が見られる乱気流事故

- ▶ 旅客機の航空機事故の約半数は乱気流等気象現象に関連しており、**運航数の増大と有効な対策技術が開発できていないため増加の傾向にある**

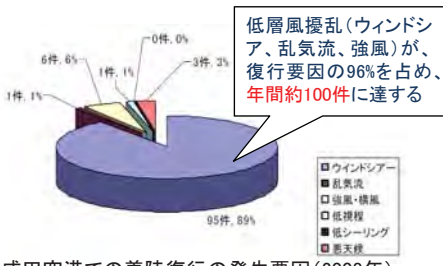


我が国の大型航空機の事故
運輸安全委員会報告書(1990~2008)から集計

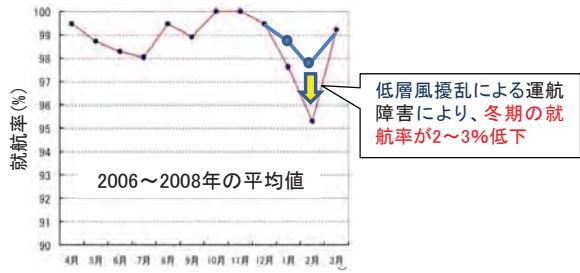


米国旅客機の乱気流事故 (1980~2003)

- ▶ 低層風擾乱による運航障害も多発している→**利便性の低下と安全への脅威**



成田空港での着陸復行の発生要因 (2008年)

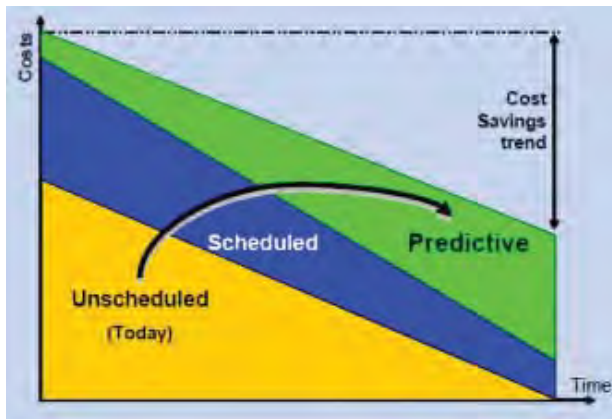


庄内空港の月別就航率 (ANA提供)

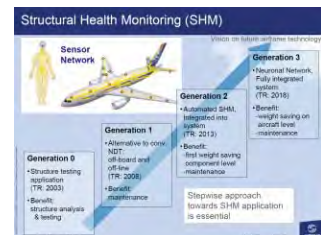


整備コスト増による安全面への影響

- ▶ 運航数の増加は整備コスト増となるが、安全面への影響は避けなければならない
 - 機体整備 = 定期整備 (飛行サイクル or 飛行時間をベース) + 不具合、AD等による非定期整備 ※AD...Airworthiness Directives
 - 事後から**予測整備**への転換が必要



構造モニタリング技術 (SHM) による非定期整備の削減、整備作業の省力化



Airbus SHM Vision (Airbus社資料)



Boeing SHM Vision (Boeing社資料)



大規模災害時における航空機利用

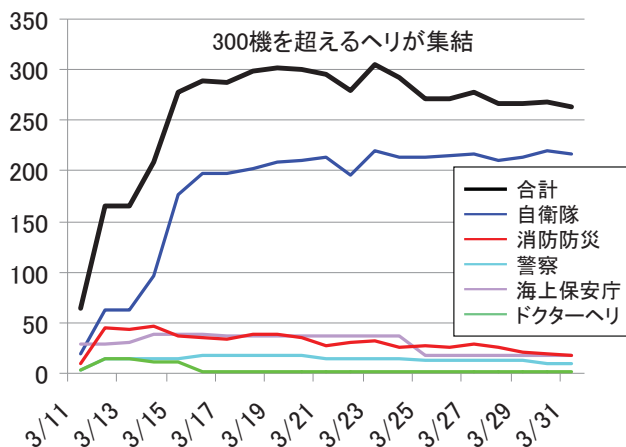
- 地震等の大規模災害が発生すると、日本全国から多数のヘリコプタが被災地に集結し、捜索・救助、物資・人員輸送、情報収集、空中消火等の任務で飛行する



東日本大震災における実績

- 東日本大震災では、300機以上のヘリコプタが集結した
- 首都直下地震が発生した場合、さらに多くのヘリコプタが集結することが想定されている

東日本大震災でのヘリコプタ活動実績



首都直下地震で想定されるヘリコプタ機数

機関	機数
自衛隊	264 (660)
消防防災	64 (72)
警察	70 (95)
海上保安庁	27 (46)
合計	425 (873)

出典: 中央防災会議幹事会資料
()内の数字は全保有機数(JAXA独自集計)



東日本大震災で明らかになった課題

- **運用拠点が被災した場合**(仙台空港等)、事前に想定したシナリオどおりの対応が困難となり、**臨機応変な判断**が必要
- 多数の機体が同時に運用拠点に集結すると、**給油の順番待ちや任務の割り当て待ち**の時間が長くなり、効率的な運用が困難
- **空振り出動**(既に任務の必要がなくなっていた)、**重複出動**(複数のヘリコプターが同じ任務にあたってしまった)等の事例
- 被災地が広範囲にわたっているため、山等の障害物によって運用拠点と航空機との**空地通信が遮蔽**されたり、複数の機体が同時に送話して**通信の輻輳**が生じた事例
- **天候の影響**により広域的な運航(山越え等)に影響が及んだ事例(視程、強風等)
- 地上の航行援助無線施設(VOR/DME等)の被災、ランドマークの損壊による**有視界飛行への影響**



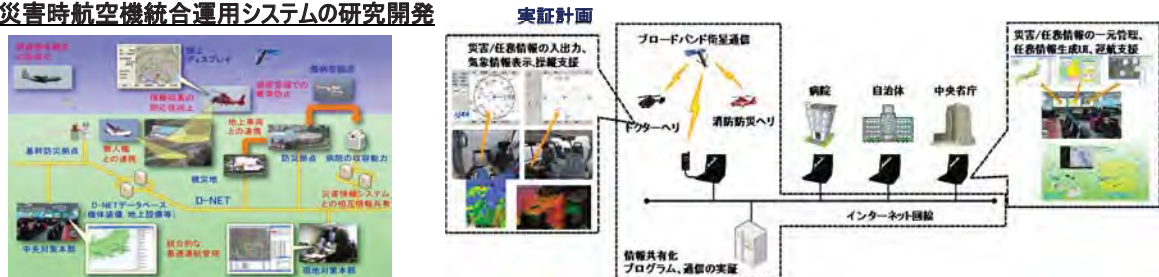
プログラムにおける主要課題

①ウェザー・セーフティ・アビオニクスの研究開発



航空機運航中の気象関連事故防止のために、①気流計測ライダー、②舵面制御装置、③アクチュエータおよび揚力制御舵面、で構成される突風応答・荷軽減システムの研究開発を行う。

②災害時航空機統合運用システムの研究開発



災害時における救援航空機の効率向上のために、①情報伝達技術、②運航安全技術、③災害対応航空機の機体活用技術の研究開発を行う。

③機体安全性向上技術の研究開発

機体の最適な整備時期の予測を行うために、①構造モニタリング技術、鳥衝突や複合材胴体の衝撃評価のための、②耐衝撃性評価技術、容易な損傷判定により非有資格者が操作可能とするための、③低コスト非破壊検査技術、また着氷に対する新たな基準に対する適合性証明を円滑に進めるために、④着氷・防水技術の開発を行う。



災害時航空機統合運用システム

➤ ミッション

災害対応において、

- ① 迅速に情報を収集し、統合・配信(情報伝達技術)
- ② 安全かつ効率的に運航を管理・支援(運航安全技術)
- ③ 新たな航空機による災害対応活動の拡大(救援航空機技術)

の技術開発を進め、将来起こりうる大規模災害への航空機利用による対応能力強化に貢献する。



東日本大震災で明らかになった課題
運用拠点における情報の重層的把握
航空通信の輻輳・遮蔽、容量不足
多数機の効率的な運航管理、安全運航
複数の自治体による広域連携
天候不良による影響、輸送拠点の不足

課題から導かれる技術開発テーマ



災害時航空機統合運用システム(情報伝達技術)

災害情報の統合化

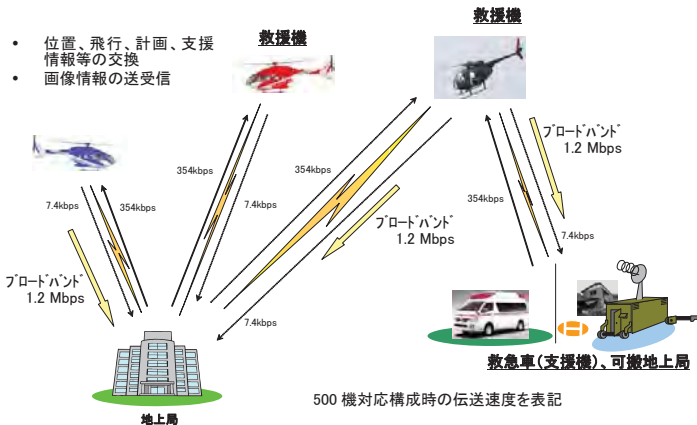
災害情報および任務情報を一元管理



八都県市情報共有プラットフォームとの接続

空地通信の高度化

救援航空機等と地上との間で高速なネットワーク通信



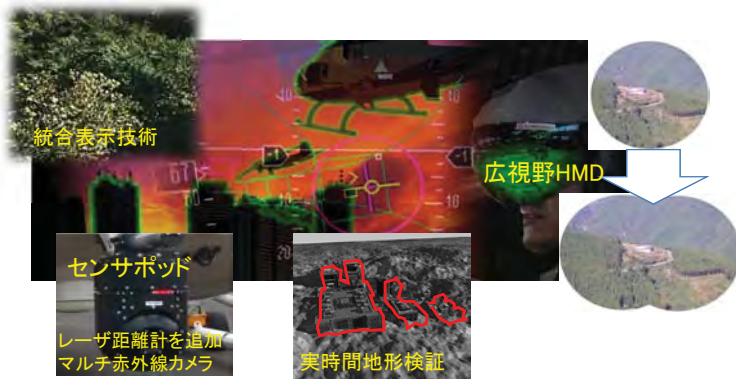
ネットワーク型 高速データリンク運用



災害時航空機統合運用システム(運航安全技術)

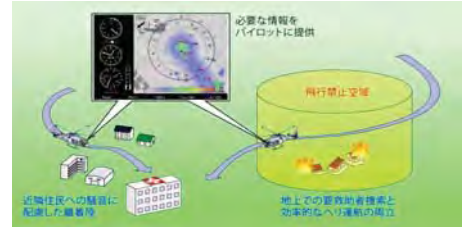
全天候運用視覚支援

SVS、EVSによる等価有視界飛行方式の実現



騒音制御飛行

飛行禁止空域設定等により
救済航空機の騒音の影響を低減



飛行禁止空域の設定と騒音制御飛行

等価有視界飛行視覚支援

※ SVS... Synthetic Vision System
EVS... Enhanced Vision System



災害時航空機統合運用システム(救済航空機技術)

空中放水消火技術

最適な放水技術および操縦支援システム

無人機の運用空域拡大技術

航空管制区内での運用



国産消防飛行艇による空中消火活動

無人機の管制



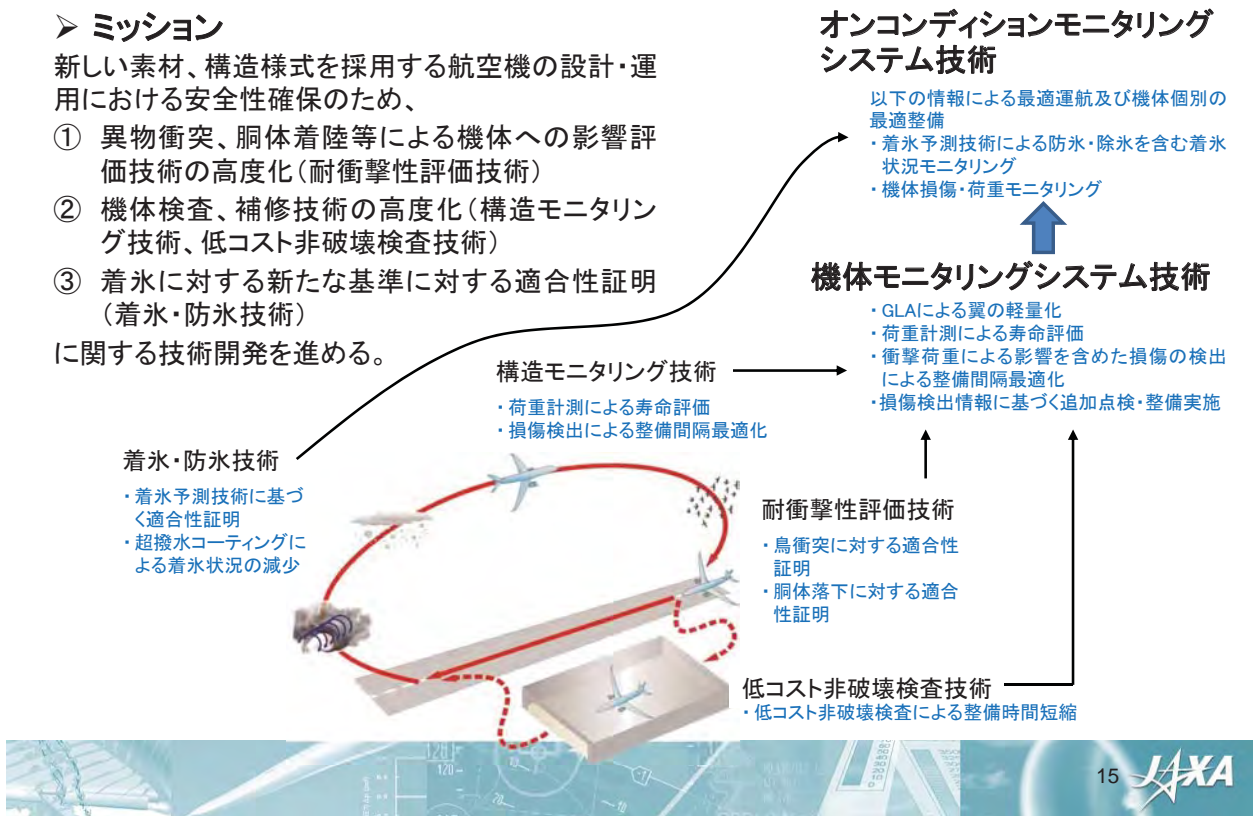
機体安全性向上技術

➤ ミッション

新しい素材、構造様式を採用する航空機の設計・運用における安全性確保のため、

- ① 異物衝突、胴体着陸等による機体への影響評価技術の高度化(耐衝撃性評価技術)
- ② 機体検査、補修技術の高度化(構造モニタリング技術、低コスト非破壊検査技術)
- ③ 着氷に対する新たな基準に対する適合性証明(着氷・防水技術)

に関する技術開発を進める。



機体安全性向上技術(耐衝撃評価技術)

鳥衝突評価技術

代替鳥による鳥衝突試験および衝突解析



代替材料による衝突試験

複合材胴体衝撃評価技術

複合材胴体の衝撃破壊解析及び落下試験

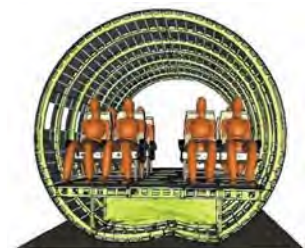


胴体落下試験



衝突解析

胴体落下解析



機体安全性向上技術(構造モニタリング技術)

運用荷重計測技術

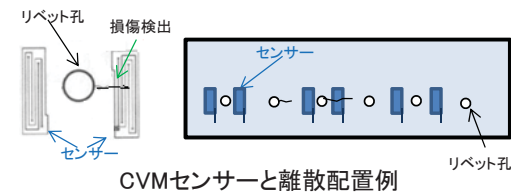
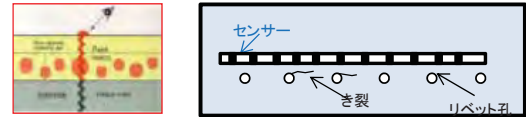
温度補償機能付き光ファイバー
センサによる**荷重分布推定**



光ファイバーセンサによる荷重分布推定

損傷検出技術

光ファイバー、塗料、CVMセン
サによる**き裂検出**



き裂検出

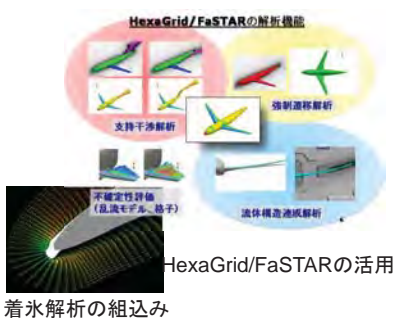
※CVM... Comparative Vacuum Monitoring



機体安全性向上技術(着氷・防水技術)

着氷数値解析技術

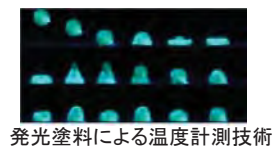
着氷解析コードLEWICE 3Dに
代わる**大規模着氷数値解析**



FaSTARをベースに着氷数値解析

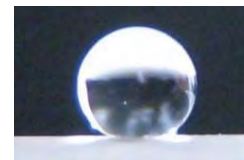
着氷試験技術

水分量及び温度の計測、レー
ザーを用いた着氷状況測定
(飛行試験時)



防水技術

着氷を抑制する**超撥水コーティ
ング**



着氷を抑制するコーティング

風洞試験、飛行試験



ロードマップ

	第3期中期計画					第4期中期計画	～H39
	H25	H26	H27	H28	H29	H30～H34	
ウェザー・セーフティ・アビオニクス	技術実証(大型機)/システム実証(小型機)					システム実証(大型機)	実用化
	要素技術開発 ・ライダー/流れ場推定 ・GA, GLA制御 ・アクチュエータ・舵 GA:突風応答軽減、GLA:突風荷重軽減		飛行実証 ・Boeing機 ・MuPAL 風洞試験		実証評価	システム開発 飛行実証 ・Boeing機 ・JetFTB	国際共同開発中型旅客機 ↑ 技術移転
災害時航空機統合運用システム	システム実証(消防・警察・防衛ヘリ、無人機)					実用化	
	要素技術開発 ・情報伝達技術 ・安全運航技術 ・救援航空機技術		評価システム製作		飛行実証	↑ 技術移転	
機体安全性向上技術	技術実証					システム実証	実用化
	・構造モニタリング技術 ・耐衝撃性評価技術 ・低非破壊検査技術					システム開発	↑ 技術移転



まとめ

- 航空機の安全運航、機体の安全確保は国民にとって重要であり、研究開発を進める意義がある。
- ここで紹介した災害時航空機統合運用システム、機体安全向上技術は、ニーズに基づく技術課題を抽出した段階であり、JAXAの強みを活かした選択と集中により、目標を明確にしたシステム開発プログラムにステップアップする必要がある。
- 航空機安全技術は装備品に依るところが大きいですが、我が国の装備品産業は世界的にわずかなシェアを持つのみで、装備品産業を育成する上でも重要な技術開発となる。そのため、産業界、学界、関連官庁が一体となり取り組むシステム開発プログラムの立ち上げにJAXAとして努力していきたい。

