

Safe Avioプロジェクト 第1回飛行試験結果の報告と 今後の展開について

H29年1月26日
宇宙航空研究開発機構
航空技術部門

施策マップにおける位置付け

| | 2012 (FY24) | 2013 (FY25) | 2014 (FY26) | 2015 (FY27) | 2016 (FY28) | 2017 (FY29) | 2018 (FY30) | 2019 (FY31) | 2020 (FY32) |
|---|---|----------------|----------------|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 環境「及び安全」に係る研究開発の重点化 | 前 | | | 中 | | | 後 | | |
| | 航空環境技術の研究開発 ・グリーンエンジン技術（エンジン高効率化） ・低騒音化技術（航空機及びエンジン） ・エコウィング技術（複合材適用構造重量低減） | | | | | | システム技術実証 | | |
| 防災関係機関と連携した研究開発の推進 | 前 | | | 中 | | | 後 | | |
| | 航空安全技術の研究開発 ・ウェザー・セーフティ・アビオニクス(晴天乱気流検知) ・災害時航空機統合運用システム ・機体安全性向上技術（構造健全性モニタリング） | | | | | | システム技術実証 | | |
| 国力の源泉となる独自の技術への挑戦 | 前 | | | 中 | | | 後 | | |
| | 次世代航空技術の研究開発 ・災害監視システム(滞空型無人航空機) ・エミッションフリー航空機技術(電動推進システム) | | | | | | システム技術実証 | | |
| | | | | 前 | | 中 | | 後 | |
| 静粛超音速機技術の研究開発 (第3期科学技術基本計画の継続研究開発課題) ・要素技術研究 ・設計機体による飛行実験 | | | | 超音速機統合設計技術の研究開発 ・国際基準策定への貢献 ・要素技術研究 ・システム設計検討 | | | | | |

世界最先端の低炭素化社会の実現

航空機の運航における安全性の向上

航空機の設計における安全性の向上や機体の検査補修技術の向上

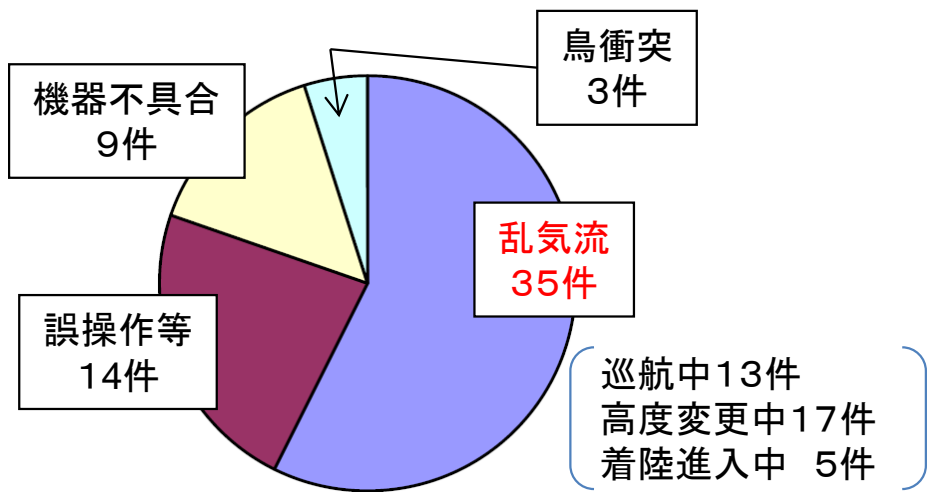
社会に飛躍的な変革をもたらす航空輸送ブレークスルー技術の実現性を示す

世界的に優位となる超音速機技術の取得

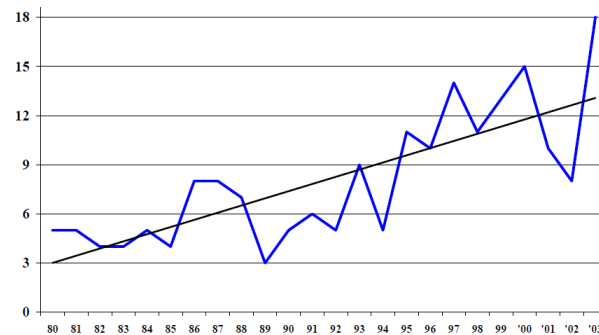
グリーンイノベーションの推進及び豊かで質の高い国民生活の実現

プロジェクトの背景: 旅客機の乱気流事故

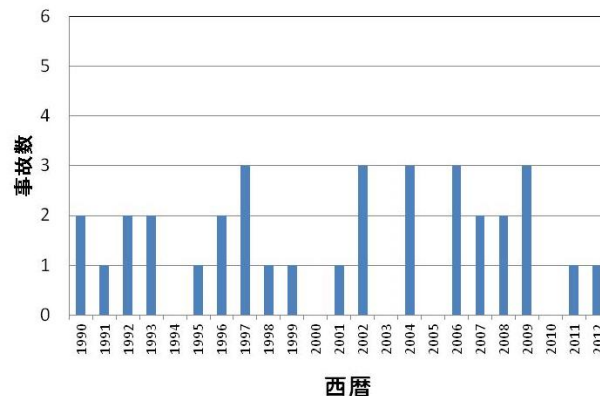
- ◆ 旅客機の事故の半数は『乱気流』等の気象現象に関連
- ◆ 搭載が義務付けられている気象レーダーでは検知できない晴天乱気流が主因
- ◆ 件数は増加傾向にあり、航空機の安全運航を阻害する最も危険な要因の一つ



我が国の大型航空機の事故
運輸安全委員会報告書(1990～2012)から集計



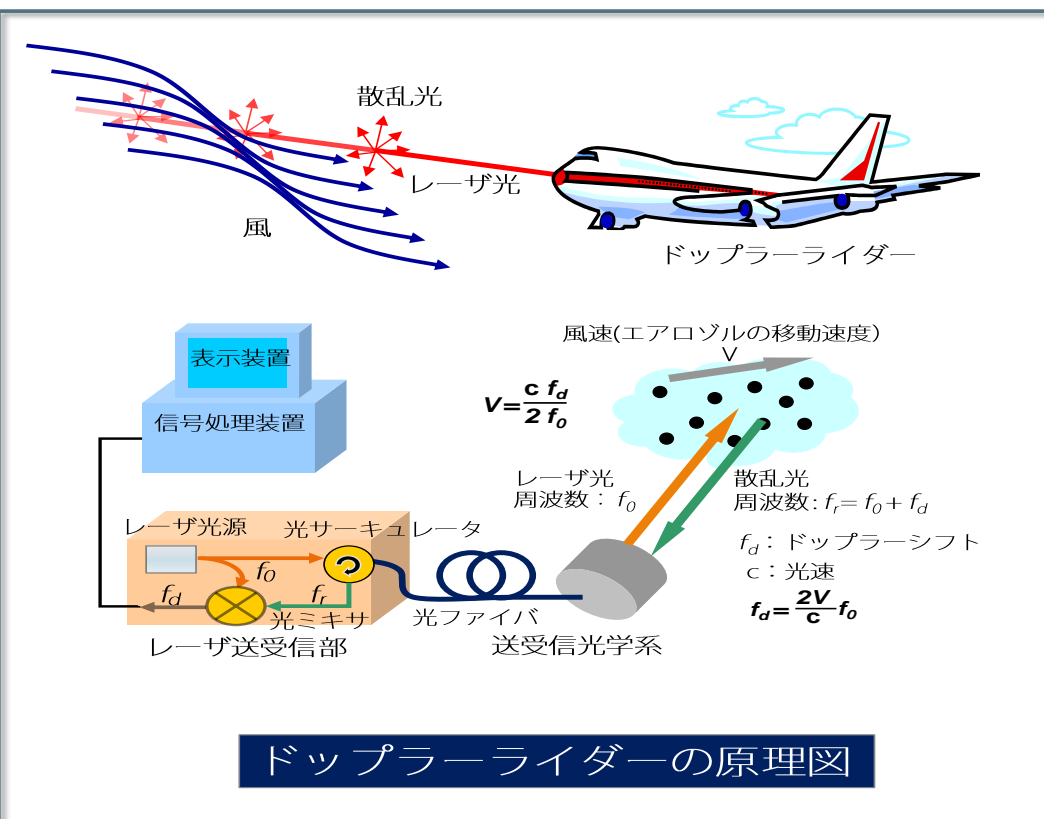
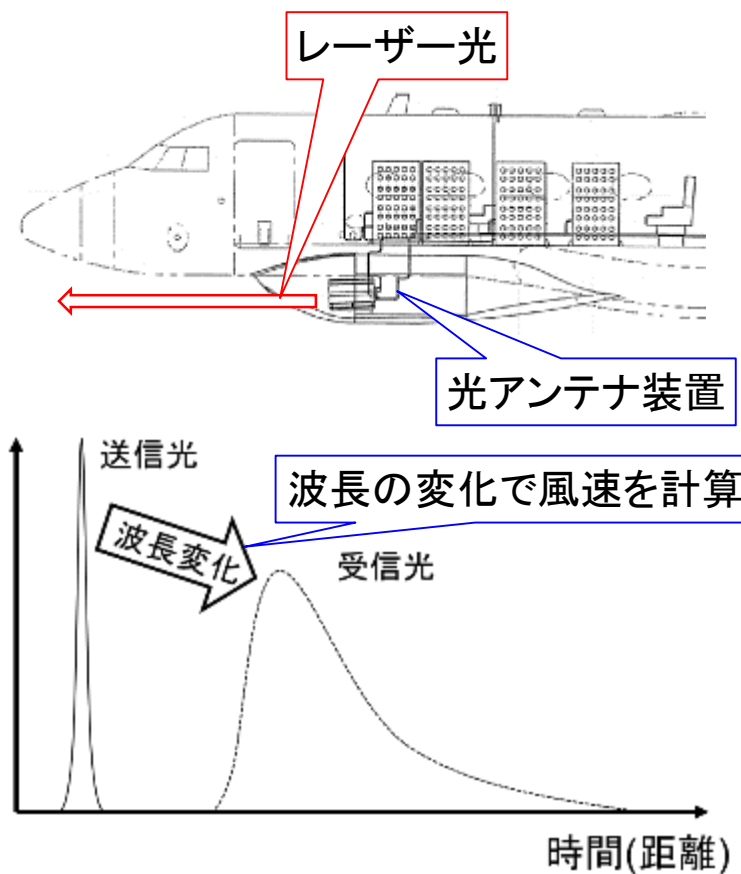
米国旅客機の乱気流事故 (1980-2003)
米国連邦航空局 AC120-88より



国内旅客機の乱気流事故数 (1990-2012)
国土交通省運輸安全委員会 事故報告書より

晴天乱気流検知の仕組みと装置の概要

- ◆ 乱気流の風速は照射するレーザー光と乱気流から反射してくるレーザー光の波長変化から計算 ⇒ 風速の変化から乱気流を検出
- ◆ 乱気流までの距離はレーザー光の往復する時間から計算
- ◆ 従来の技術では不可能な「晴天乱気流」を検知可能



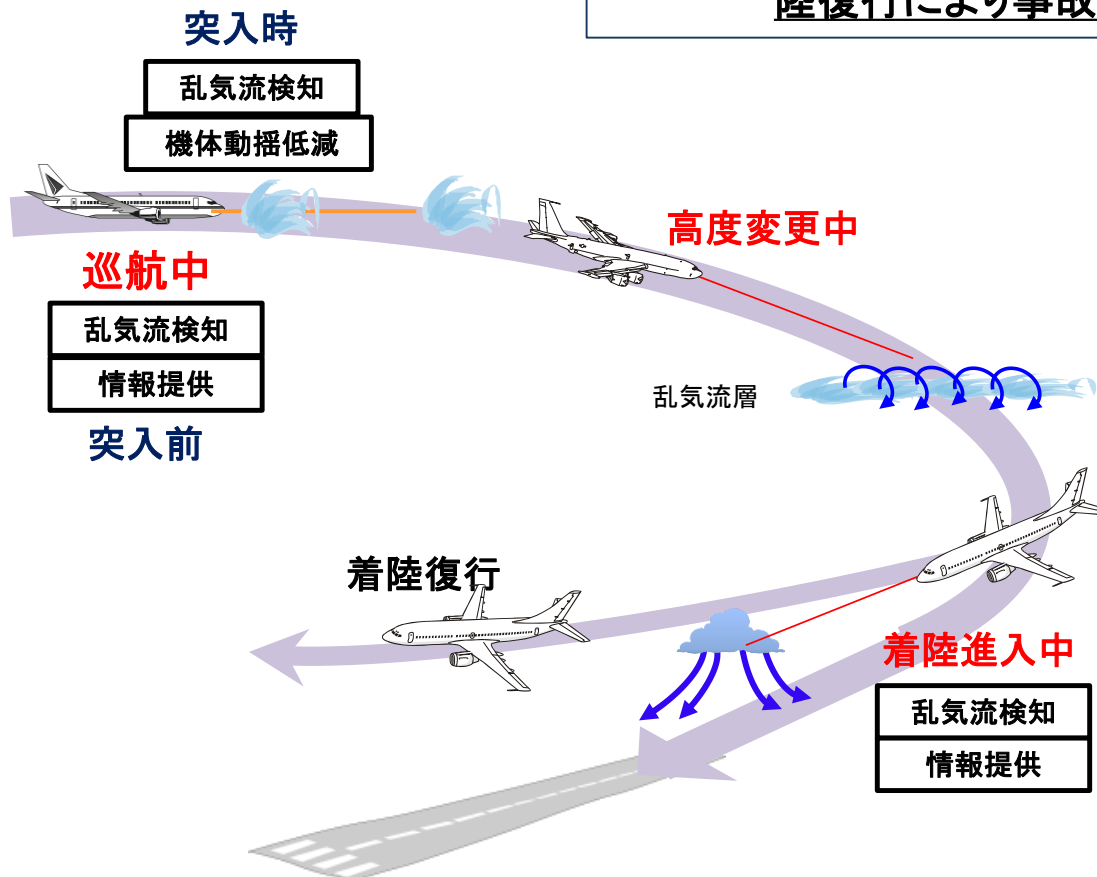
晴天乱気流事故防止システムの運用構想(将来)

◆ 巡航中／高度変更中

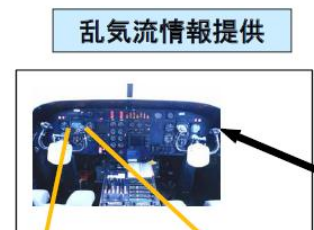
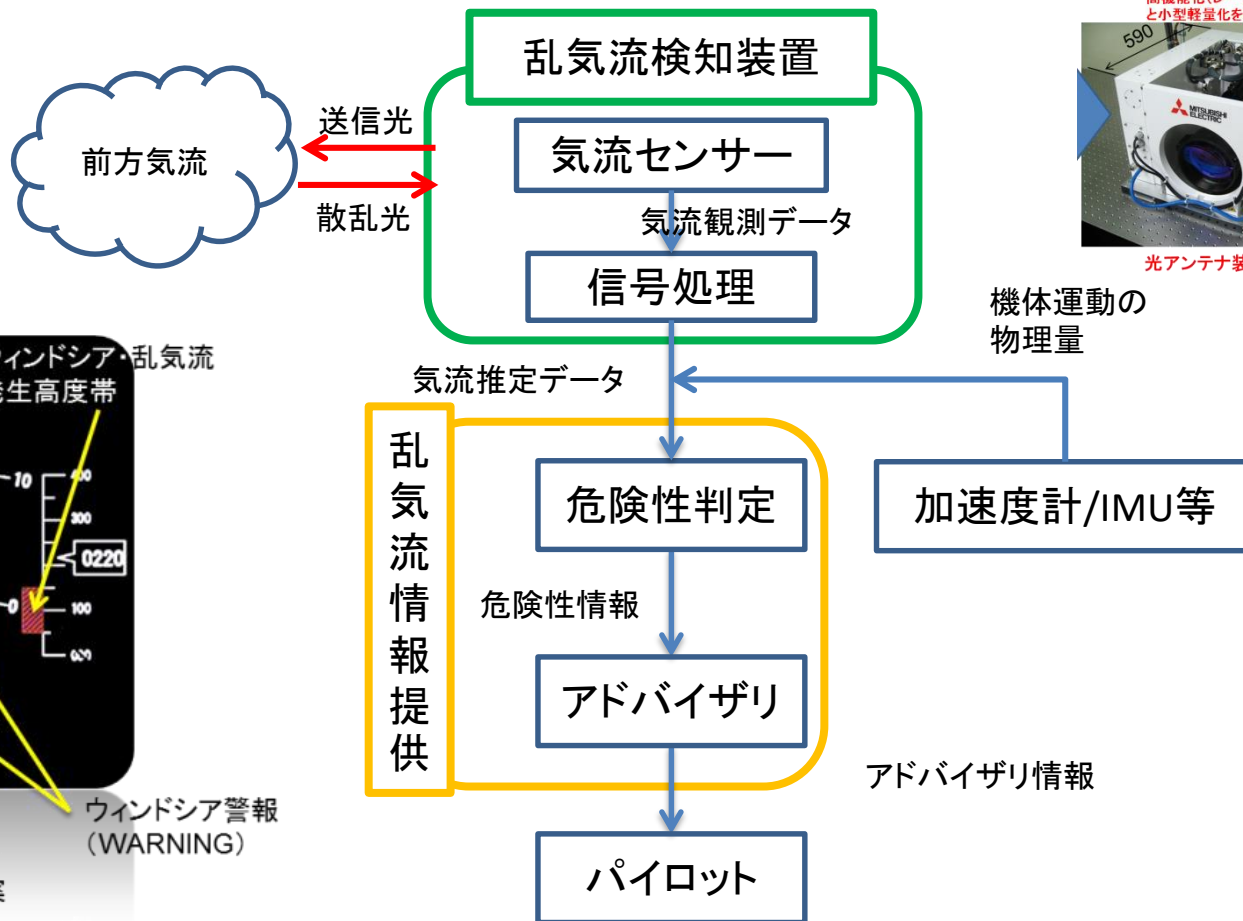
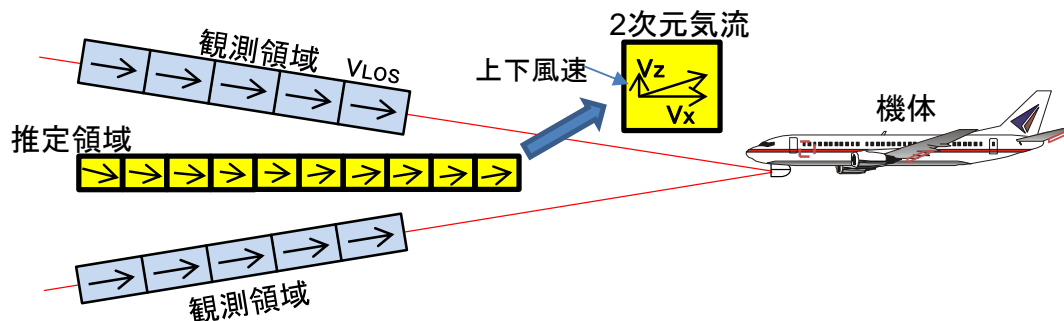
- エアロゾルが少なく、レーザ光の反射が少ない
- 高度変更には管制許可が必要
- パイロットによる回避操作が困難
- 対応:シートベルトサイン点灯や速度低減操作を行う

◆ 着陸進入中

- エアロゾルが多く、レーザ光の反射が多い
- 着陸時は、着陸復航の準備もしている
- パイロットの判断で回避操作が可能
- 対応:乱気流警報により、パイロットに危険を回避するようにアドバイスし、着陸復行により事故を防止する。



晴天乱気流検知・情報提供システムの概要



目標速度からの増減傾向

計器(PFD)への表示案

ウィンドシア警報 (WARNING)

目的

機体メーカーが本技術を将来の旅客機への搭載技術の一つとして採用するために必要な技術実証

目標

着陸進入中の乱気流情報をパイロットに提供する技術および巡航中の乱気流検知技術の実証

- ◆ 着陸進入中にモデルート相当以上の乱気流をパイロットに情報提供する技術を飛行実証する。巡航中の乱気流検知技術を確立する。
- ◆ 気流センサー単体に追加機能分(巡航中の情報提供)での重量増加を加えて95kg以下の重量であること。
- ◆ プロジェクト以降の開発目標とする乱気流検知装置および乱気流情報提供技術の実機に搭載する試作システムのシステム仕様・開発スケジュールを作成する。

乱気流事故防止機体技術の実証 (Safe Avioプロジェクト)

目的: 旅客機用乱気流事故防止技術の実証

目標: 乱気流防止システムの飛行実証

- 気流センサーの小型化・高性能化
- 危険性判定・情報提供技術
- 乱気流事故防止のシステム技術
- 耐空性証明手順・基準に係る検討

設計・製造・開発試験

飛行実証

TRL6

評価

社会実装に向けた取組み

製品設計・製造・標準化

航空装備品産業への参入

アウトカム

システム設計・製造
耐空性証明



航空機安全性向上

運用手順開発／実運用



乗員・乗客の安全性向上

TRL4

乱気流検知装置の実証

JAXA (~2012)

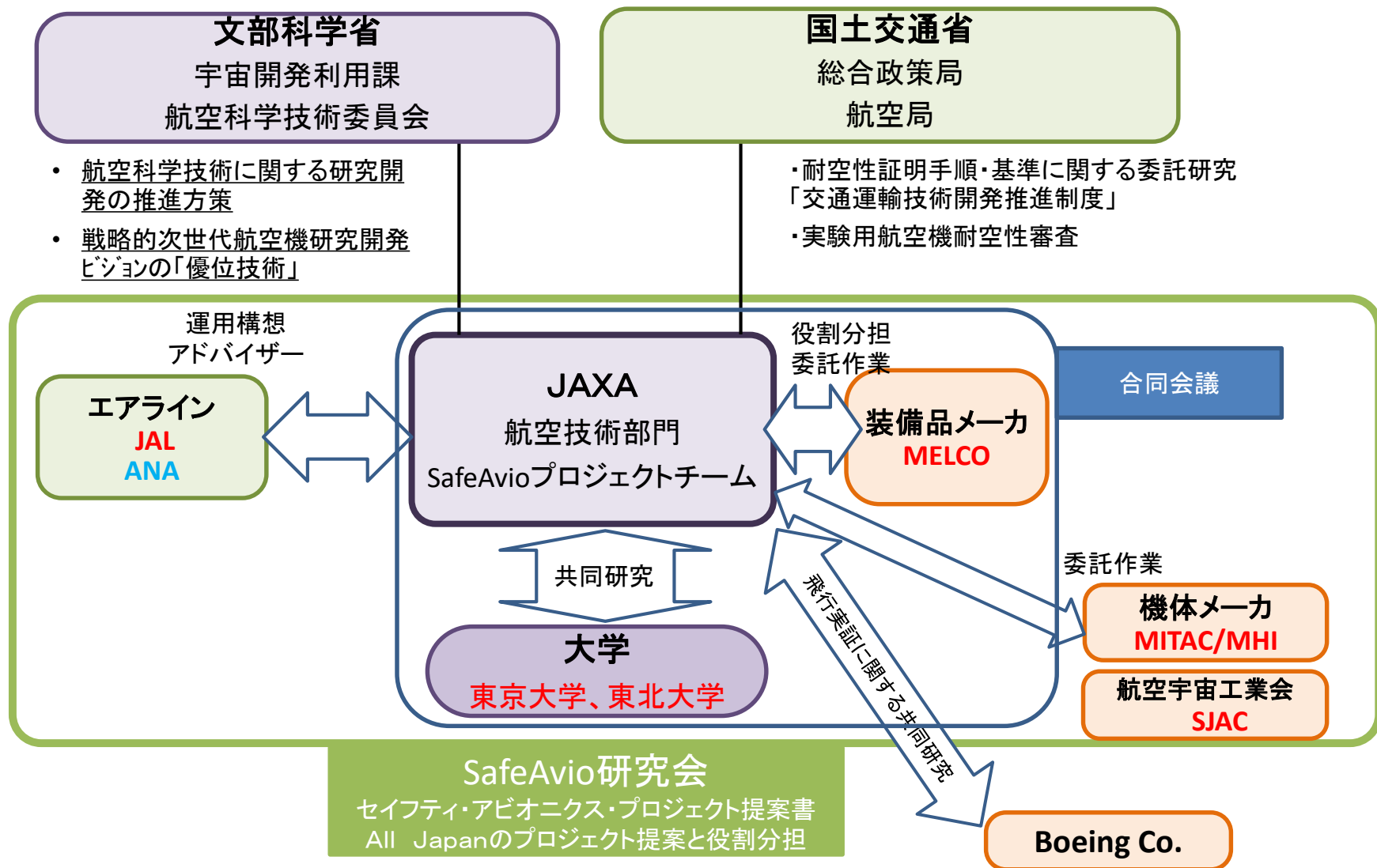
- 気流センサー
- 乱気流強度表示技術
- 乱気流予報技術
- 飛行試験評価技術

共同研究等

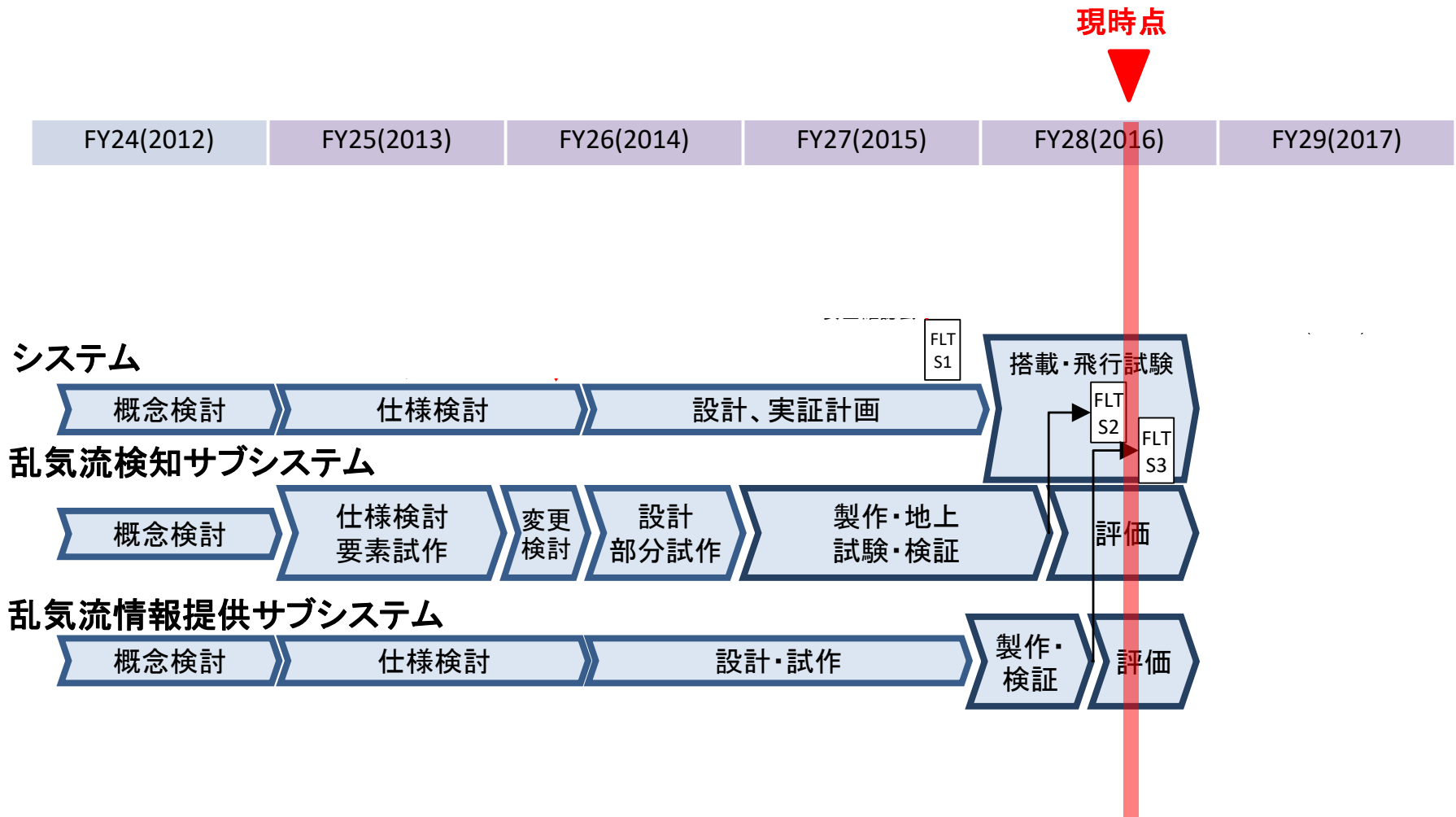
研究コミュニティ

- Safe Avio研究会
 - ✓ 大学、エアライン、気象庁、ENRI、メーカー等
- Boeing
 - ✓ 共同研究

プロジェクトの実施体制



プロジェクトの実施スケジュール



飛行試験

FLT S1 : 大気観測(2012年度までに実施した形態でのデータ取得フライトで新規開発物は搭載せず)

FLT S2: 新規開発乱気流検知装置のみの飛行実証

FLT S3: 新規開発乱気流検知装置と情報提供装置の飛行実証

飛行試験(その1)の試験計画概要

- ◆ 試験概要: 乱気流検知装置サブシステムの飛行実証
- ◆ 期間: 平成28年12月17日~20日(フライト数:3回)
- ◆ 実施場所: 名古屋空港、G/K空域
- ◆ 使用機体: 実験用小型ジェット機(DAS社のガルフストリームGII)
- ◆ 確認項目
 - ① 近距離観測性能: 高度2,000~40,000ftを水平飛行し、510m以上の観測レンジであること
 - ② 気流ベクトル推定精度: 大気が静穏な任意の高度における上下風推定精度



乱気流検知装置



K空域

◆ 実施した飛行試験の内容

| 項目 | 12/17 | 12/19 | 12/20 |
|------|--|---|---|
| 飛行内容 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 高度 2000、5000、10000、20000、40000 ftを水平飛行した。 ・ 大気が静穏な6000ftで対気速度の増減、8500ftで姿勢変化を行った。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 高度 2000、5000、10000、20000、40000 ftを水平飛行した。 ・ 大気が静穏な5000ftで対気速度の増減、姿勢変化を行った。 | <ul style="list-style-type: none"> ・ 高度 2000、5000、10000、20000、40000 ftを水平飛行した。 ・ 大気が静穏な5000ftで対気速度の増減、姿勢変化を行った。 |
| 実施場所 | G空域 | G空域 | G空域 |
| 試行回数 | 1回 | 1回 | 1回 |

*静穏とはライトマイナスよりも機体動揺が少ない状態を示す。

◆ 飛行試験の結果(速報)

- ① 観測レンジ:速報では最も厳しいと考えられる試験ケースをデータ解析した結果、判定基準を満足している事を確認した。(P14)
- ② 気流ベクトル推定精度:データ解析実施予定。

◆ 現時点の成果まとめ

- ・ 第1回の飛行試験において、所期の目的の通り近距離観測機能を実証できた。(目標510mに対して実測値約900mを確認。)
- ・ 第1回飛行試験のプロセスにおいて、開発した晴天乱気流検知装置が航空機搭載用として航空局が実施する耐空検査を合格し、耐空性の証明ができた。
- ・ 今後予定する第2回の飛行試験に向けて、これまでの地上試験での検知装置の光出力レベルから、目標とする機能・性能(14km)を上回る見通しが得られた。

◆ SafeAvioプロジェクト完了に向けた飛行試験の計画概要（H28年度中）

試験概要：SafeAvioプロジェクトで開発した乱気流検知装置および乱気流情報提供システムの飛行実証

期間：平成29年1月14日～2月15日（フライト数：15回）

実施場所：名古屋空港、G/K空域、南紀白浜空港

使用機体：実験用小型ジェット機（DAS社のガルフストリームGII）

| 確認項目 | 確認方法 |
|----------------|---|
| ウィンドシア検出 | <ul style="list-style-type: none">・ ウィンドシア発生環境下で模擬進入を行う。（目標15回以上）・ ウィンドシア突入時の機体の風計測値、あるいは地上ライダーの計測値を真値として、検出成否を判定する。 |
| 乱気流検出 | <ul style="list-style-type: none">・ 乱気流突入時の機体垂直加速度変動を真値として、検出成否を判定する。 |
| 1軸観測の性能 | <ul style="list-style-type: none">・ 高度を変えて水平飛行し、観測レンジを計測する。・ 航空機の対気速度を真値として、気流観測の可否を判定する。 |
| アドバイザリ機能（計器表示） | <ul style="list-style-type: none">・ 増減速、上昇・降下、旋回、姿勢変化を行う。・ 計測値、母機計器表示を真値として検証する。（含むパイロット主観評価） |
| 飛行試験時期 | <ul style="list-style-type: none">・ 1月14日（土）～2月15日（水）（予備日を含む） |

◆ SafeAvioプロジェクト成果をベースに技術の標準化に向けた活動を計画

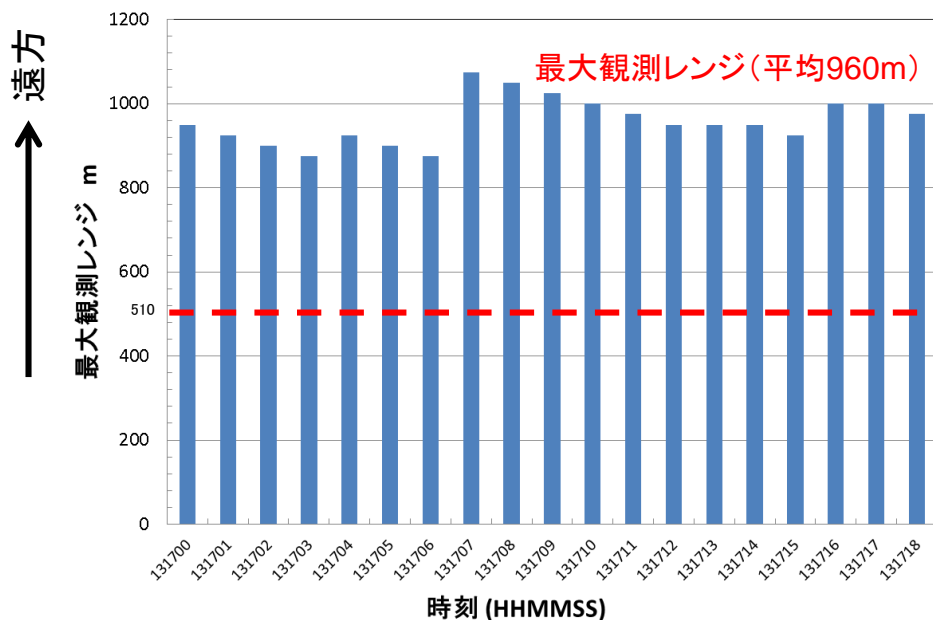
- 大型機への適用と飛行実証
- 標準化の活動に対する技術貢献

(参考)観測レンジの確認データ(近距離観測)

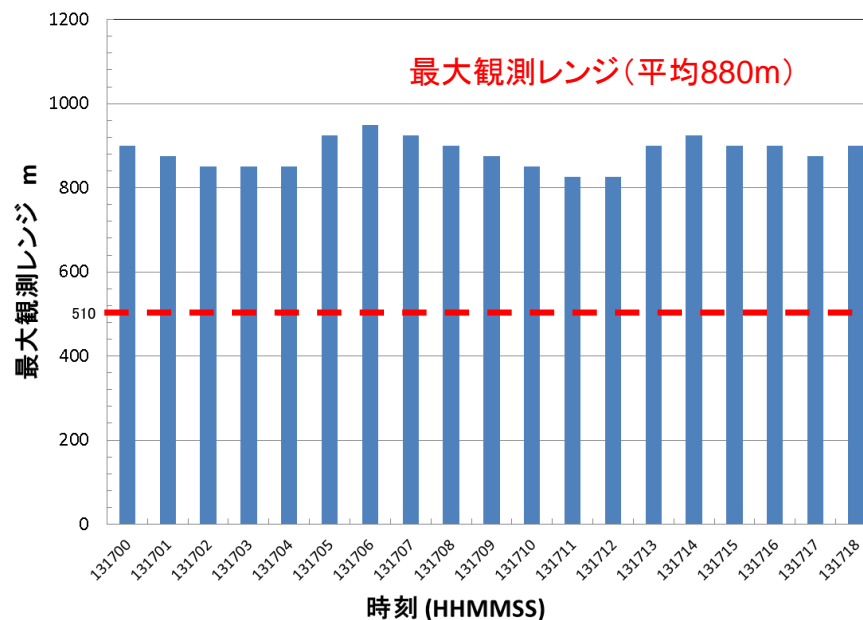
- ◆ 最も厳しい条件と考えられる高度(40,000ft)での最大観測レンジの確認結果
 - 判定基準の510m以上のレンジを確認した⇒近距離観測機能の実証近距離の気流を高分解能、高レートで観測するモードである。

2016年12月17日の飛行実験結果(速報)

小口径望遠鏡

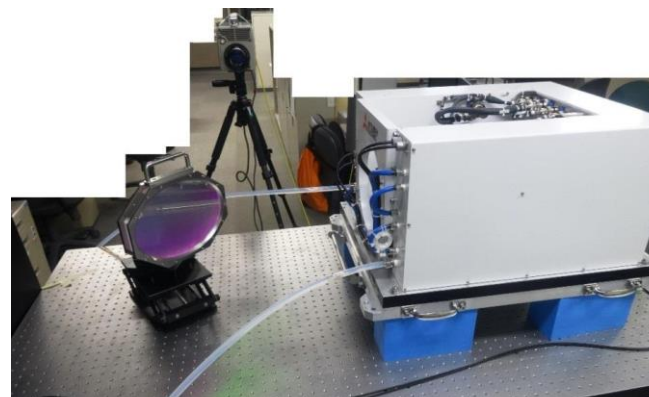
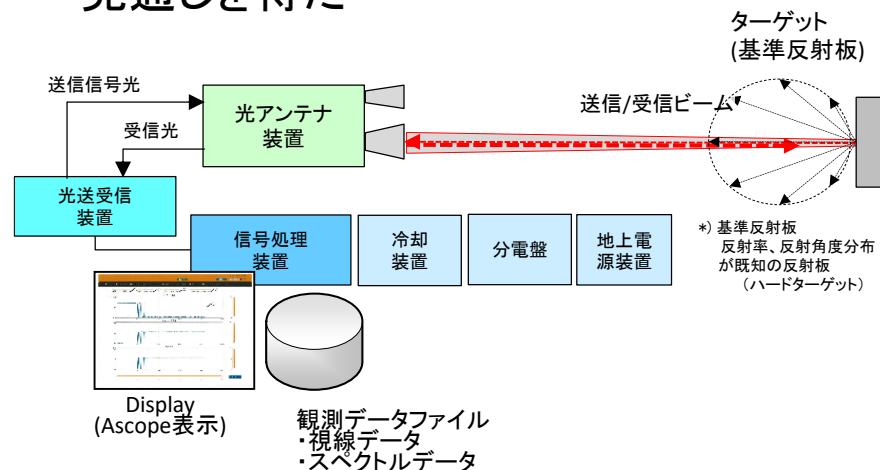


大口径望遠鏡



◆ 地上試験による最大観測レンジの確認結果

- 地上での検知装置の光出力の実測値から遠距離観測機能・性能が目標を上回る見通しを得た



光アンテナ装置の地上試験の様子

試験内容:

- ・反射率既知のターゲットに対して光を送信
- ・受信信号S/N比の測定値から、設計通りの受信信号が得られることを確認することで、最大検知距離の設計値の妥当性を検証した。

判定基準:

S/N比の測定値から得たシステム効率(損失)が設計値(-17.2dB)よりも良い。

結果:

合格。光出力エネルギー測定値が設計値を上回り、かつシステム効率(損失)測定値が設計値よりも良いので、遠距離観測時の最大観測レンジ要求(平均14km)を上回る見込み。

| 項目 | 設計値 | 測定値 |
|------------|----------|----------|
| 光出力エネルギー | 3.3 mJ | 3.7 mJ |
| システム効率(損失) | -17.2 dB | -13.8 dB |