

空飛ぶ機械の 誕生と成長の物語

2016年7月20日
みのり会 学習会

松田宏コンサルティング事務所 代表 松田 宏

自己紹介



松田 宏

(略 歴) 昭和22年生 山形市出身

- 山形大学理学部物理学科卒業
- 運輸省東京航空交通管制部 航空管制官
- 日本電気 システムエンジニア(航空管制システム)
- 三菱総合研究所 主任研究員／室長(宇宙開発システムなど)
- 日本ヒューレットパッカード シニアコンサルタント／人材開発部長
- コンサルティング会社 自営(航空管制／情報システム／人材開発)

(所属団体等)

- 非営利活動法人 日本シンクタンクアカデミー(JTTA) 正会員
- 一般財団法人 航空交通管制協会(ATCAJ) 賛助会員
- 非営利活動法人 航空・鉄道安全推進機構(ARSaP) 正会員
- 航空運航システム研究会(TFOS) 正会員
- 航空安全報告分析委員会 分析委員
- 異分野交流サロン 主宰

本日の話題

(理論や数式は出てきませんのでご安心を！)

- 航空機とは何か(分類)
- 大気圏と宇宙(高度と環境)
- 航空前史と途切れた枝
(古代ギリシャ～飛行船)
- ライト兄弟から
最新ハイテク機まで
- 余談:空の旅の選択肢



日本貨物航空のB747-8F



巨大な着陸脚



GEnxエンジン

航空機とは何か（法律上の分類）

原動機	空気より重い	空気より軽い
なし	グライダー（滑空機） 	気球（熱気球、ガス気球） 
あり	固定翼機（飛行機） 回転翼機（ヘリコプター） ティルトローター機（回転翼＋固定翼）   	飛行船（軟式、硬式） 

航空機でないもの

空気より重いもの

ハングライダー、パラグライダー、
模型航空機(200g未満)、
ロケット



空気より軽いもの

係留気球



- 遠隔操縦／自動操縦の無人航空機は、人口密集地／空港周辺の飛行を制限(改正航空法)
 - ドローン(マルチコプター)
 - ラジコン機
 - 農薬散布用ヘリコプター、など
- 首相官邸、国会、皇居、大使館、原発などの重要施設とその周辺の飛行を規制。飛行停止命令、破壊措置など(飛行規制法)

大空の環境

(国際標準大気:ISA)

高度

(気温、気圧)

12000m

(-56.5°C,193hPa)

10000m

(-50°C,264hPa)

8000m

(-37°C,356hPa)

6000m

(-24°C,472hPa)

4000m

(-11°C,616hPa)

2000m

(2°C,795hPa)

平均海水面

(15°C,1013hPa)

ジェット旅客機



ターボプロップ旅客機



プロペラ式旅客機



圏界面

エベレスト8848m



<標高の高い都市>

ラサ 3650m

アジスアベバ 2400m

メキシコシティ 2240m

富士山3776m



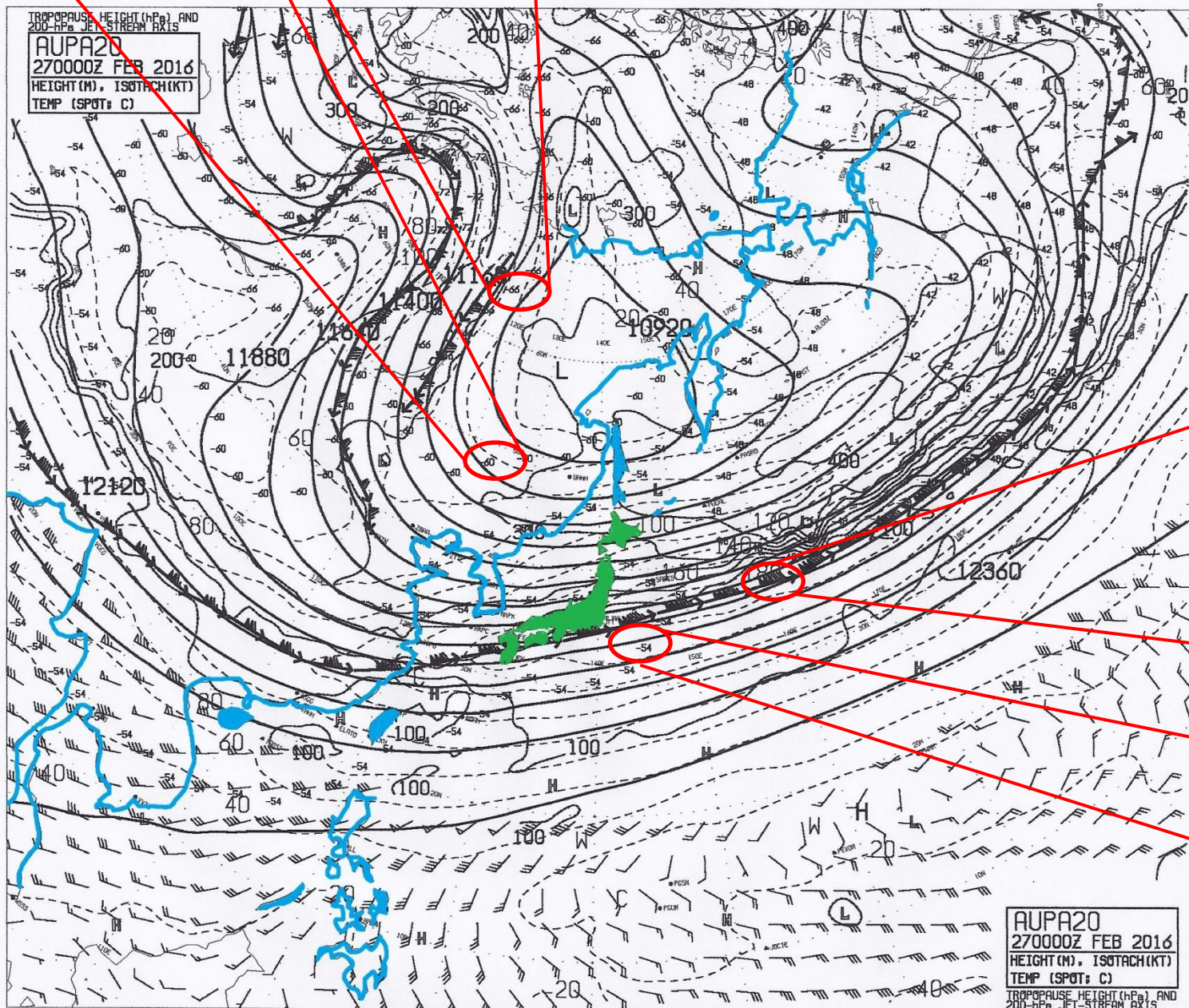
気温 -60°C

気温 -66°C

ジェット気流

200hPa等圧面
(11000~12000m)
高層天気図

2016年2月27日
00:00世界時間
(09:00日本時間)



風速195ノット
≒360km/H

気温 -54°C

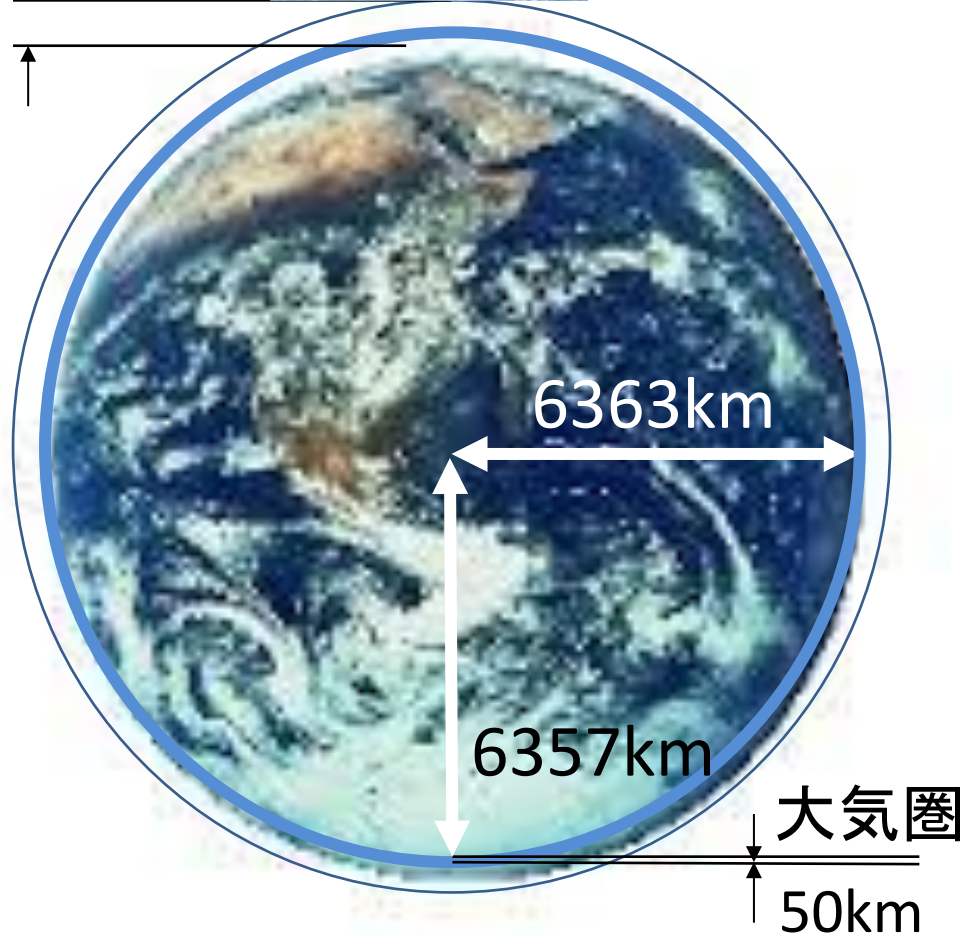
資料:気象庁
解説:松田

大気圏と宇宙

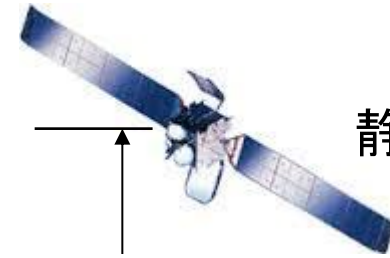


国際宇宙
ステーション

400km

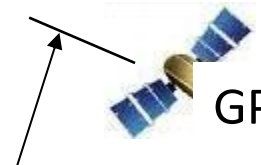


ジェット機の高度記録: 37.5km (Mig25)



静止衛星

36000km



GPS衛星

22000km



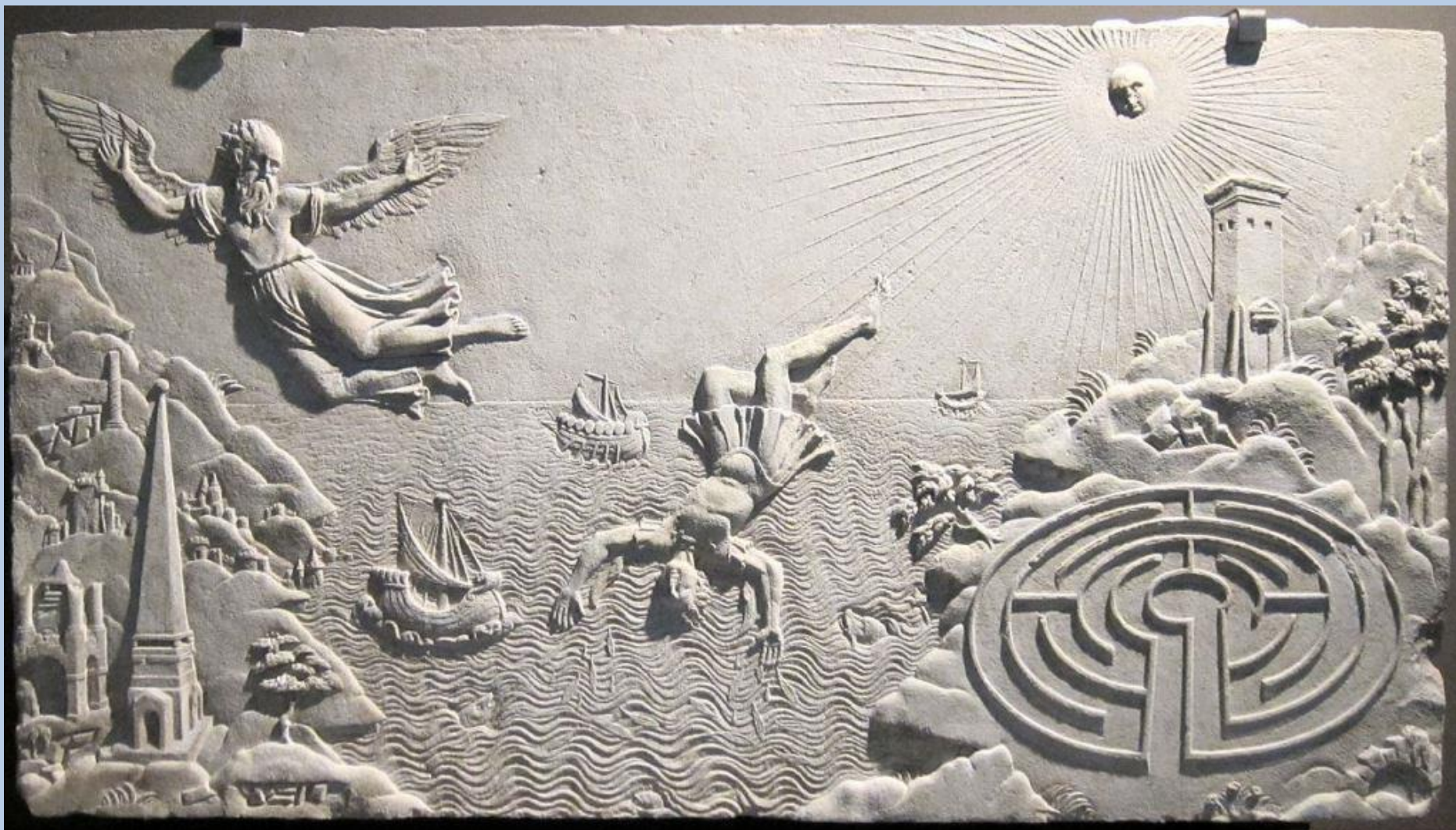
航空前史と途切れた枝

- ギリシャ神話「イカロスの翼」
- レオナルドダビンチの飛行器械
- リリエントールと二宮忠八のグライダー
- 諸葛孔明の「天灯」
- モンゴルフィエの熱気球

- ガス気球
- 飛行船

ギリシャ神話「イカロスの翼」

(太陽に近づきすぎ、蠟で固めた翼が溶けて墜落死！)



父ダイダロス

息子イカロス

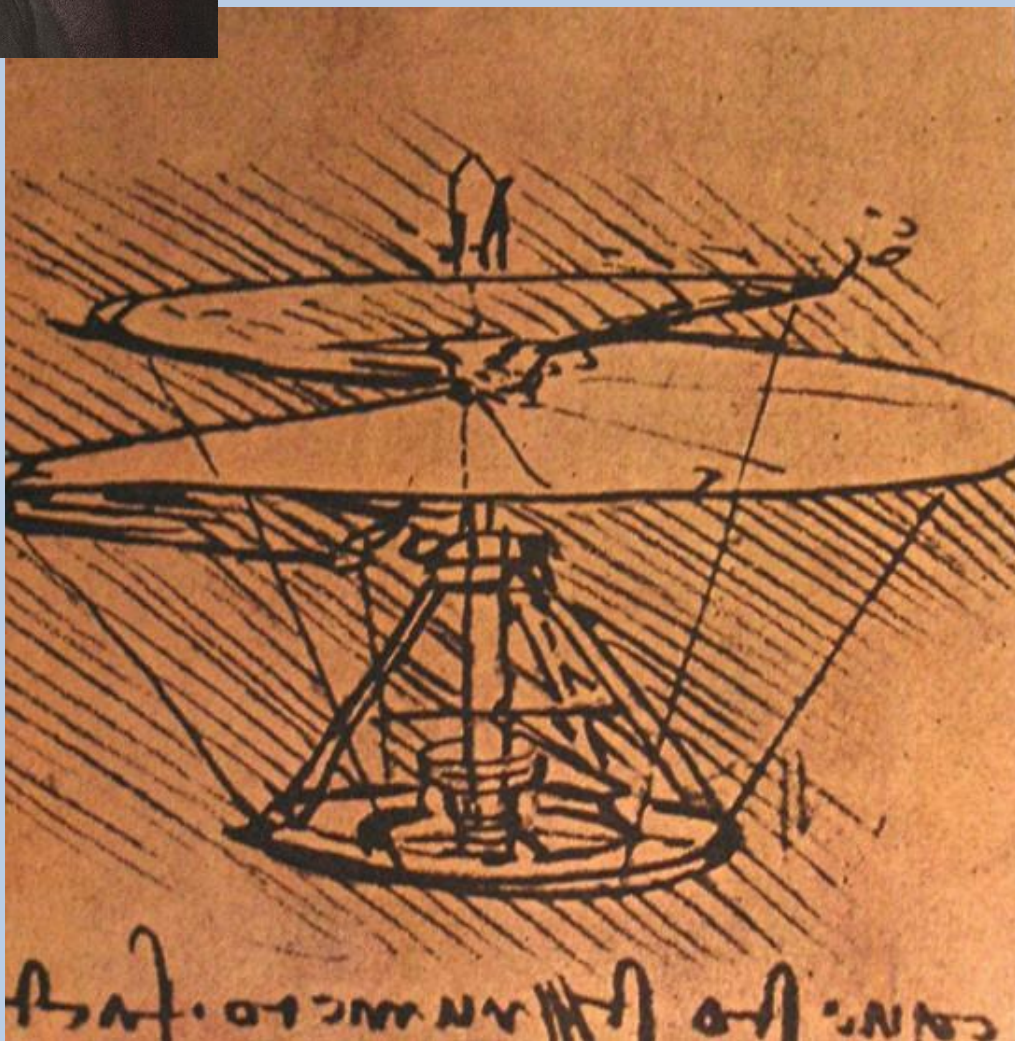
ミノスの迷宮



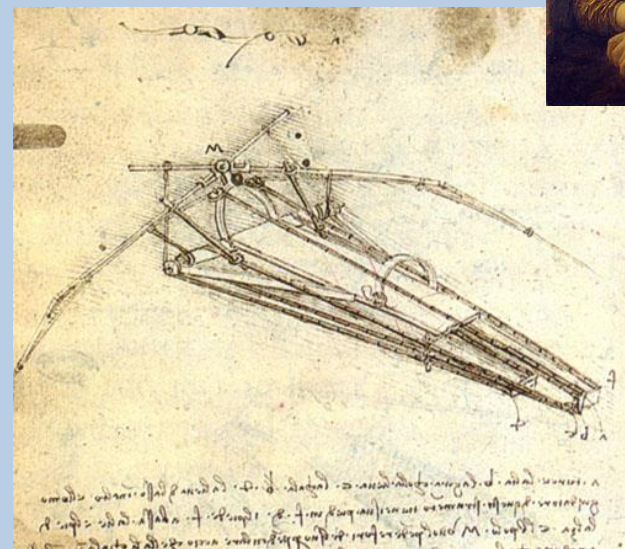


レオナルド・ダビンチの飛行器械

(1452-1519: 科学者 & 芸術家)



発明メモ: 回転翼式飛行器械(オーニソプター)



同・はばたき式の飛行器械



全日本空輸の旧社章

リリエントールと二宮忠八



リリエントールの
グライダー飛行実験



二宮忠八の玉虫型飛行器(1893)
縮小模型・復元RCモデル



1891

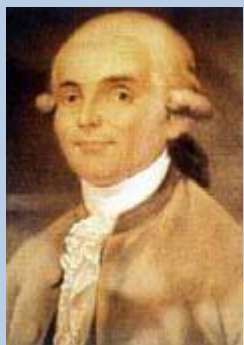
(注)ゴム動力によるカラス型飛行器で36mの飛行に成功(1893。日清戦争中で援助が得られずその後の開発を断念。英国王立航空協会は、ライト兄弟以前に飛行機の原理を発明した人物であると認定。

諸葛孔明が発明した熱気球「天灯」

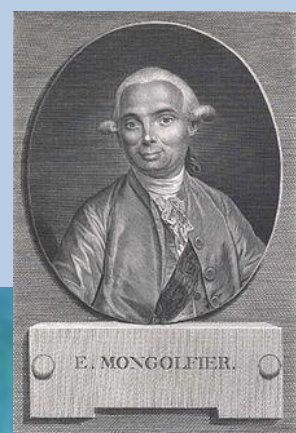
(本来は軍事通信用。今は春節のお祝いに)



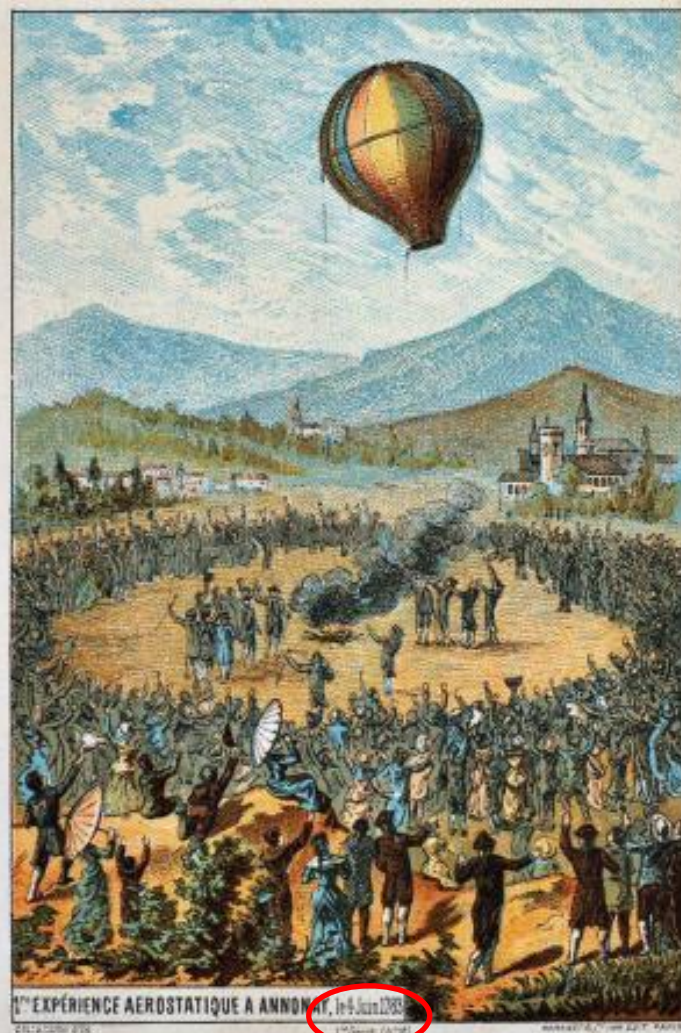
モンゴルフィエ兄弟の熱気球 (発明の功により兄はルイ16世から貴族に)



兄ジョセフ



弟ジャック



1783年

2名搭乗、高度910m、距離9km(25分)

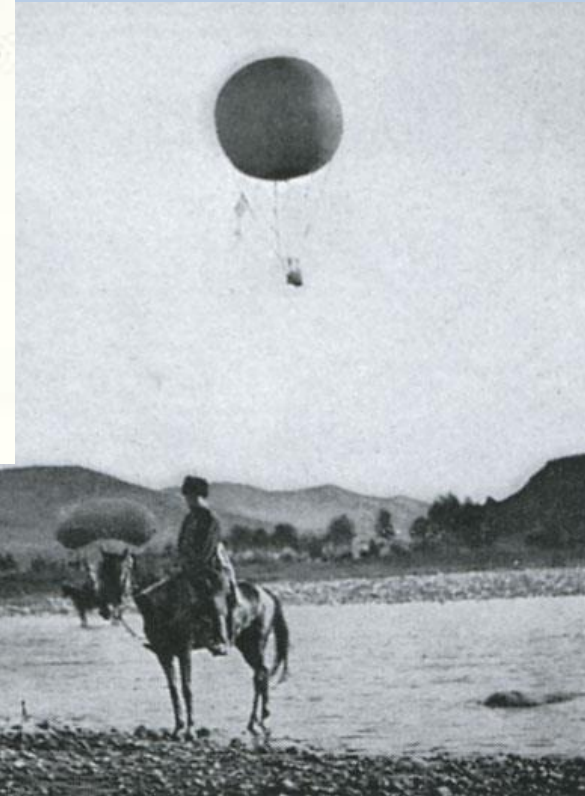
ガス気球



ジャック・シャルルの
ガス気球の初飛行
(1783)
後世に描かれたもの



ジファールの飛行船
(1852)



ロシア軍の偵察気球
日露戦争時(1905頃)

飛行船

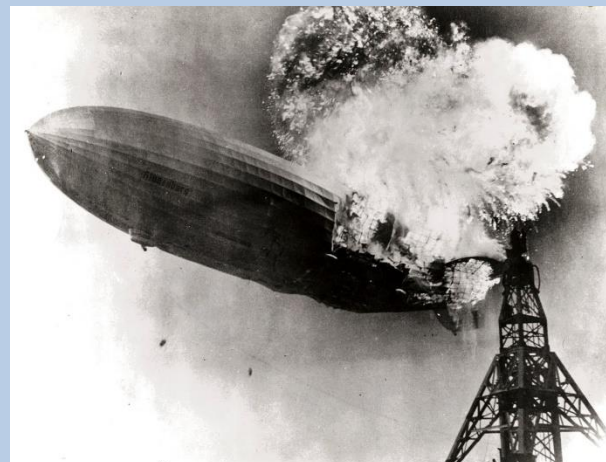
(世界一周飛行や大西洋横断定期路線も)



日本の霞ヶ浦に飛来した
ツェッペリン号(1929)

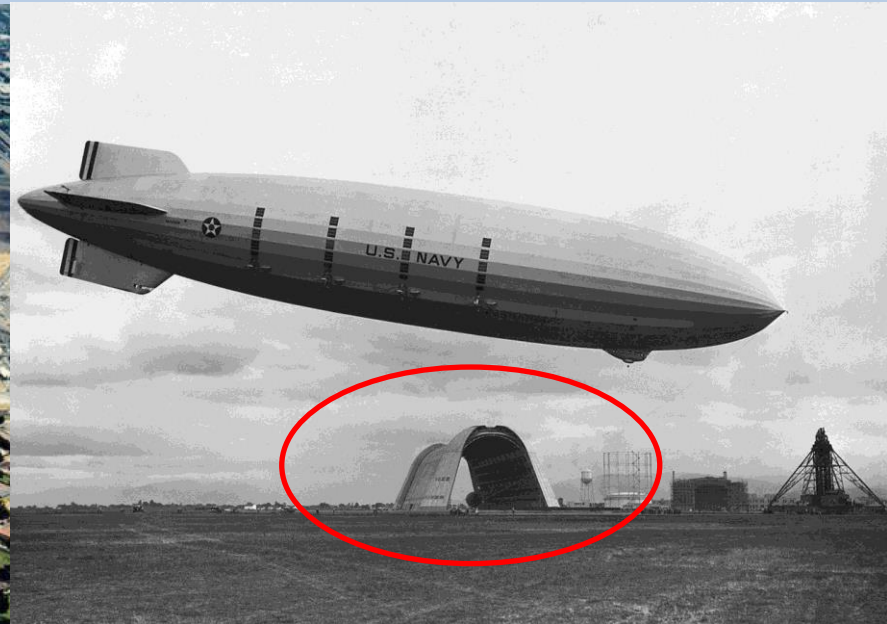


グラーフツェッペリン号
全長237m(1928)

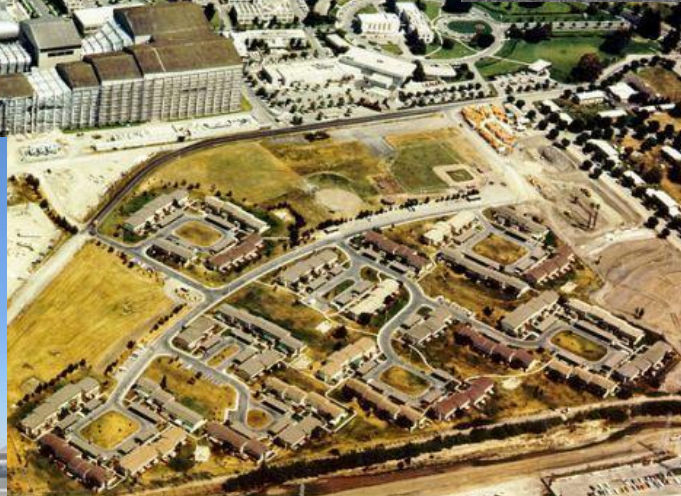


ヒンデنبург号
爆発炎上事故
(1937)

今も残る飛行船の巨大格納庫



↑米海軍モフェット飛行場の
巨大格納庫Hangar One
(1930年代)



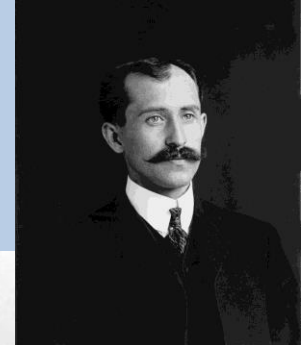
←現NASAエイムズ研究所
(カリフォルニア)

ライト兄弟から最新ハイテク機まで

- ライト兄弟による初の動力飛行
- 木製羽布張～鋼管構造～全金属製
- 郵便機、旅客機
- 軍用機(戦闘機、爆撃機、輸送機)
- 音速の壁
- ジェットエンジン、ターボプロップ、ターボファン
- ジェット旅客機、ジャンボ旅客機
- 超音速機旅客機
- 大型化、長距離化、高速化、省エネ化、高信頼化
- 最新のハイテク機の操縦室



ライト兄弟による初の動力飛行



兄:ウィルバー

弟:オリバー

- 1回目 12秒 37m
- 2回目 12秒 53m
- 3回目 15秒 61m
- 4回目 59秒 260m



1903年12月17日

木製羽布張から鋼管構造へ



アンリファルマン III



フォッカー E.III (鋼管溶接構造)



ドベルデュサン レーサー (木製モノコック)



スピリット・オブ・セントルイス号
(ライアンNYP-1: 鋼管羽布張)

旅客機の出現



ユンカース F.13(乗客4名)



ダグラス DC3(乗客21~32名)



ボーイング 247(乗客10名)



マーティン M130 チャイナクリッパー
(乗客43)

星の王子様の世界

(砂漠に不時着した郵便飛行士の幻想?)



サンテグジュペリ
(1900~1944)



赤いバラ



書籍表紙: Amazon.com
地図: Google+松田



サンテグジュペリの主な作品 (航空文学の誕生)



de Saint-Exupéry 1

南方郵便機

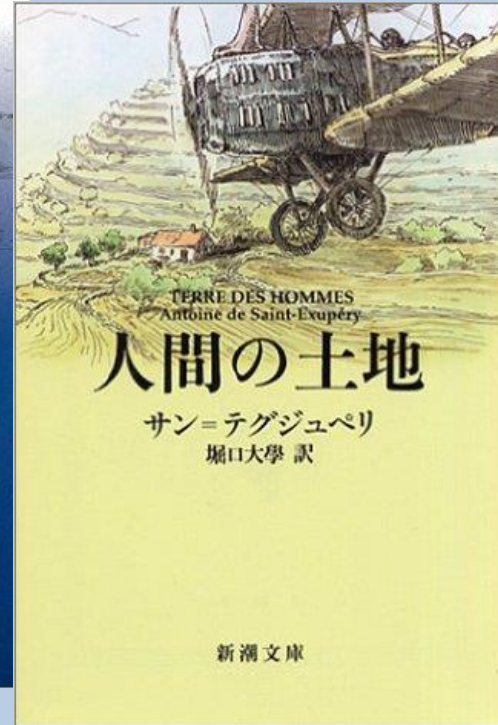
サン=テグジュペリ
山崎暲一部訳



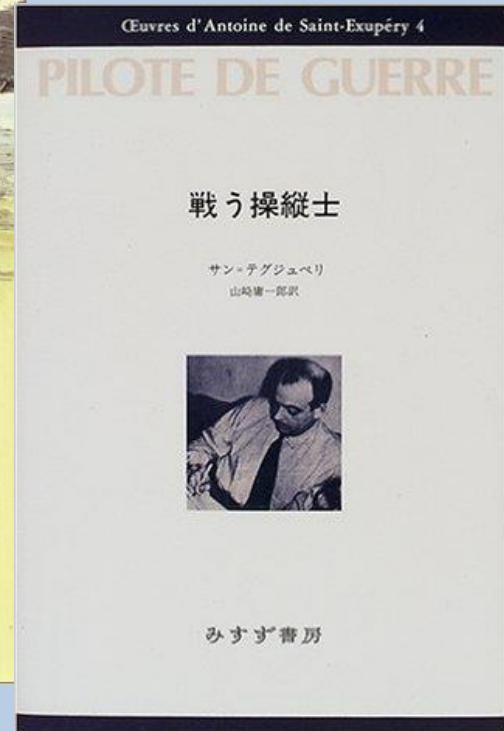
みすず書房



香水「夜間飛行」



地中海で偵察飛行中に行方不明になった乗機 F-5B



(出典)
書籍表紙: Amazon.com
香水容器: ゲラン社

戦争が加速した航空技術の進歩

零戦



B10



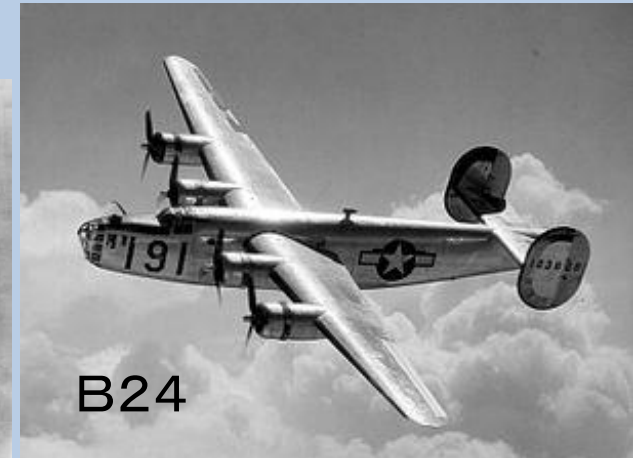
P51D マスタング



B17



B24



Me262A



B29



大都市をひと冬支えた空輸作戦

(ベルリン大空輸: 1948~1949)



牛乳の空輸



輸送機を歓迎する市民



到着したC47輸送機

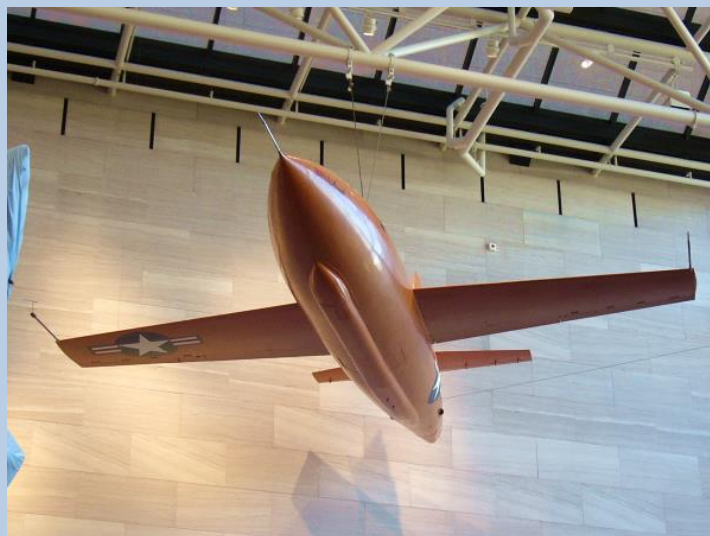


離陸を待つC54輸送機

音速の壁を突破



音速を突破したX-1実験機
(1947)



スミソニアン航空宇宙博物館に
展示されている実験機 X-1



チャック・イエーガー大尉
(1923-)



XLR11ロケットエンジン
(XLR11-RM-3×4)

全長:	9.42m
全幅:	8.53m
全高:	3.30m
自重:	3,171kg
全備重量:	5,550kg
推力:	2,722kg
最高速度記録:	<u>M1.45</u>

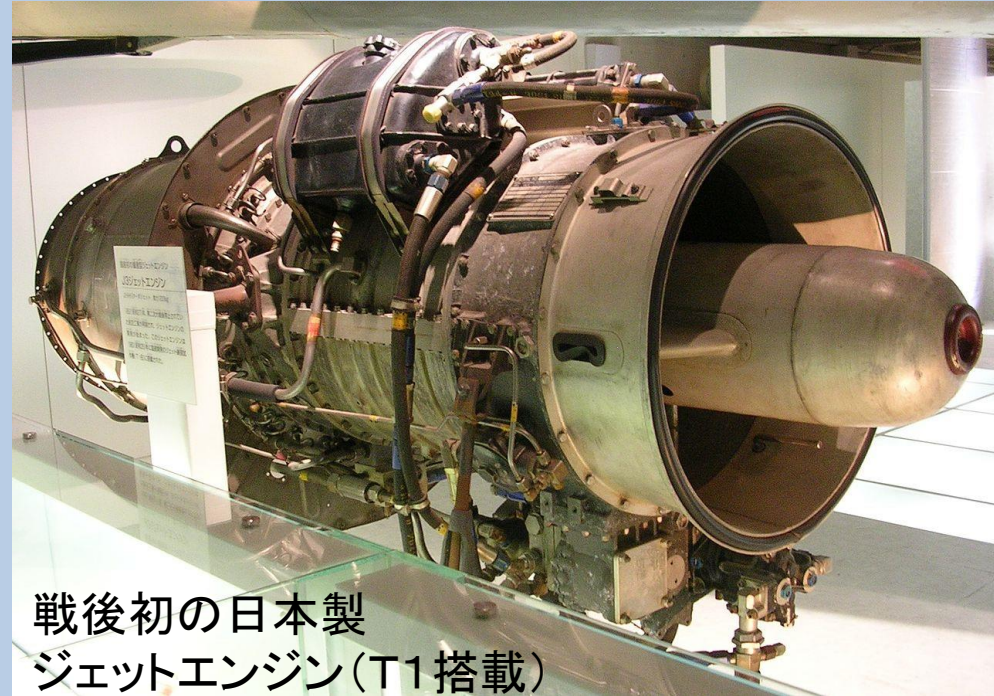
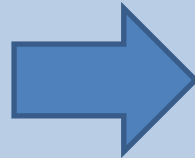


C. イエーガー少将

ジェットエンジンの出現



ライト兄弟のピストンエンジン
(12馬力)



戦後初の日本製
ジェットエンジン(T1搭載)



フォード・トライモーターの
星型エンジン

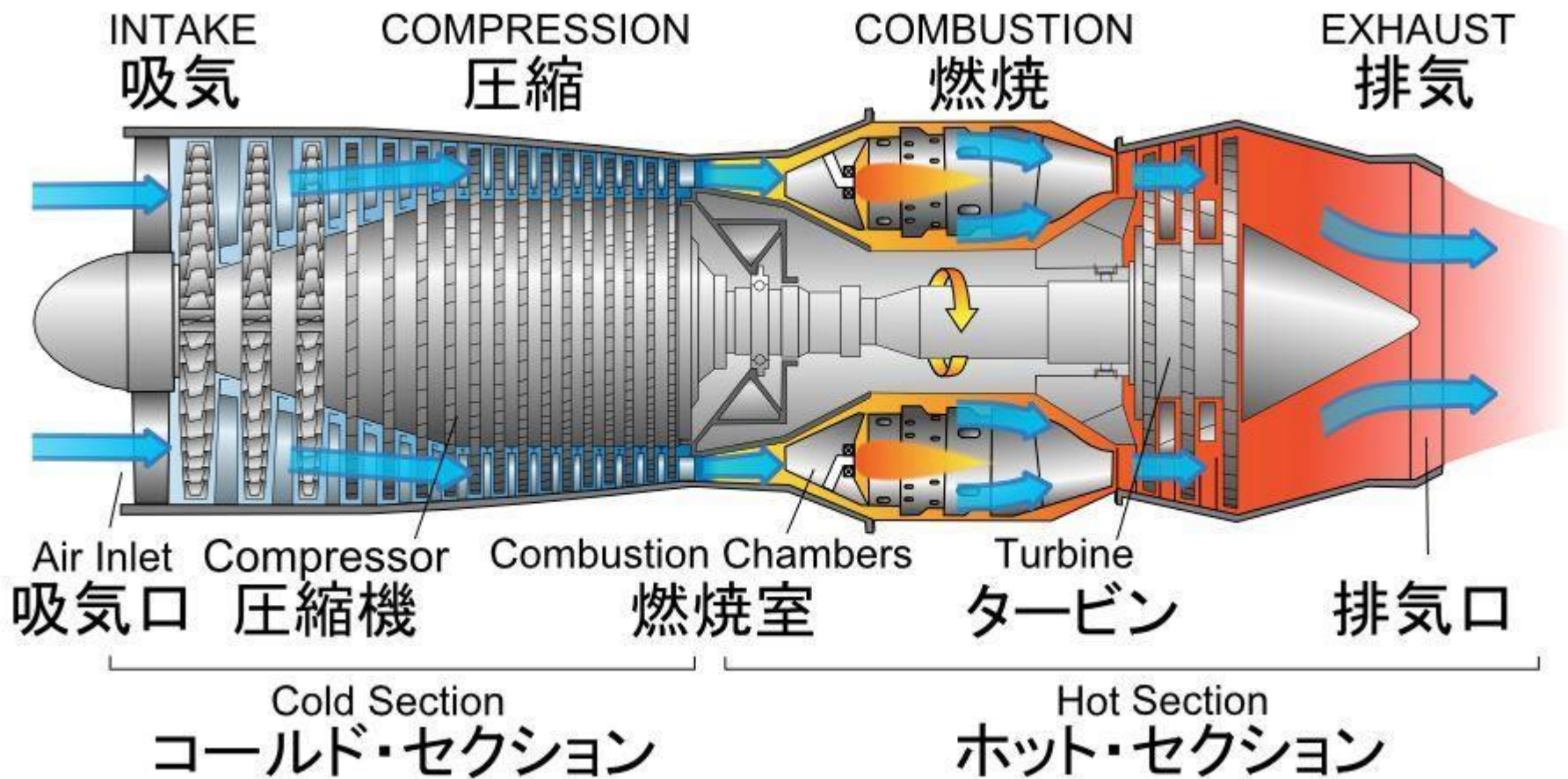


Mig 15



F86

ジェットエンジンの構造



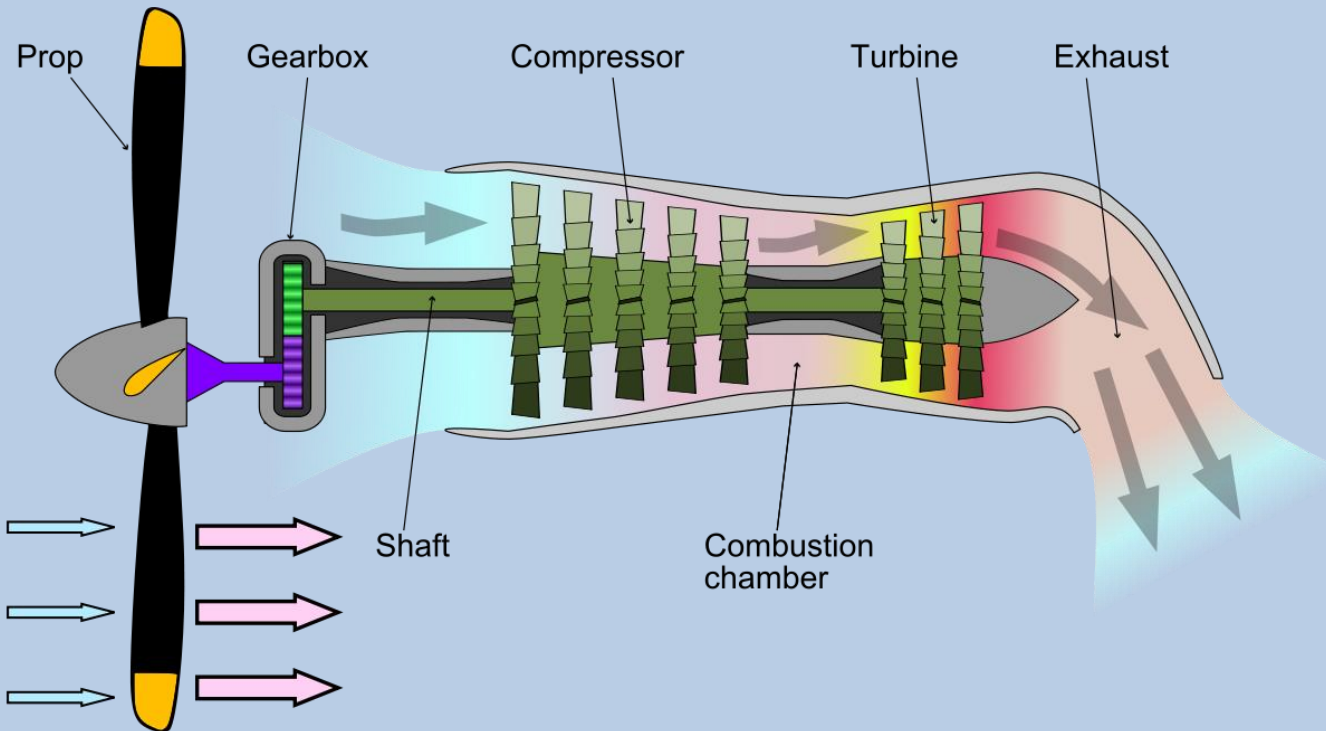
ターボプロップエンジンの構造



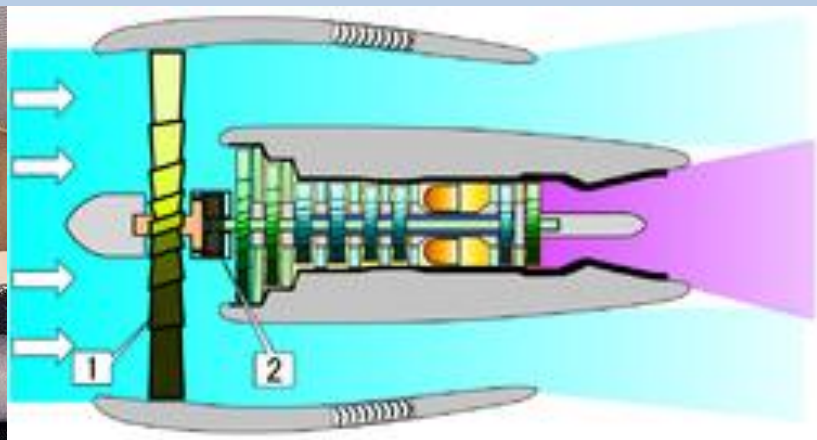
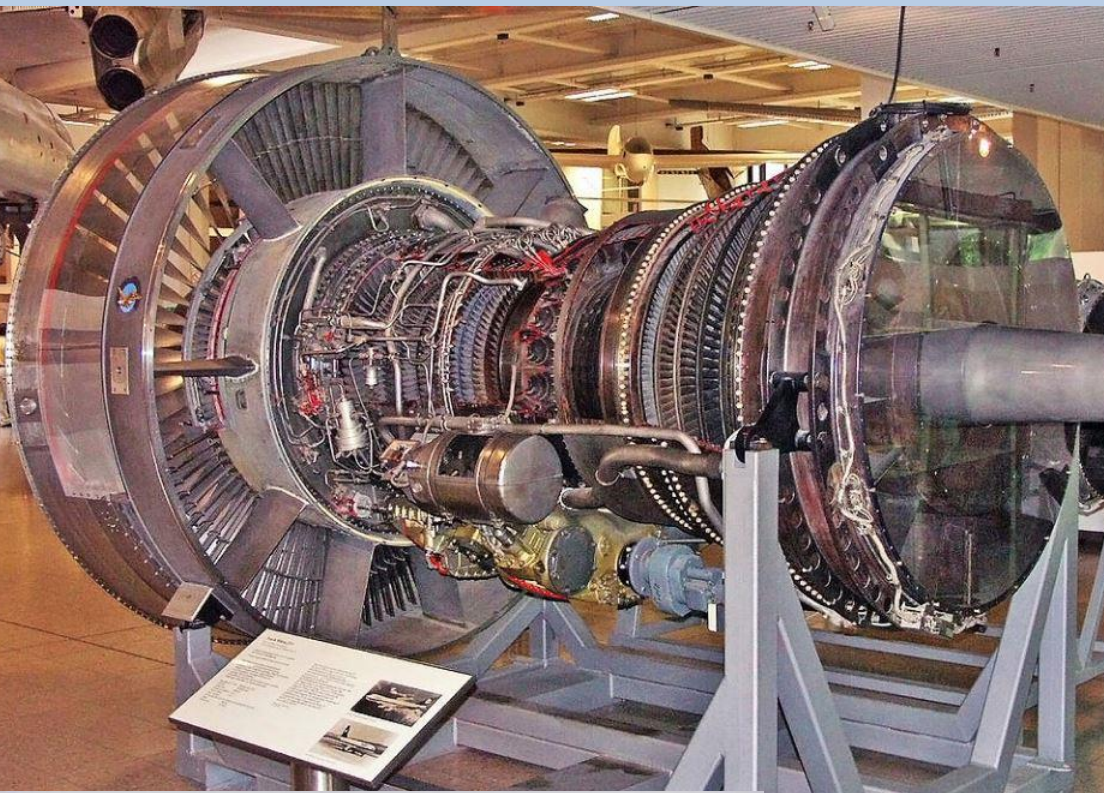
ボンバルディアQ300



YS11



ターボファンエンジンの構造



B747/A300搭載
PW-JT9D

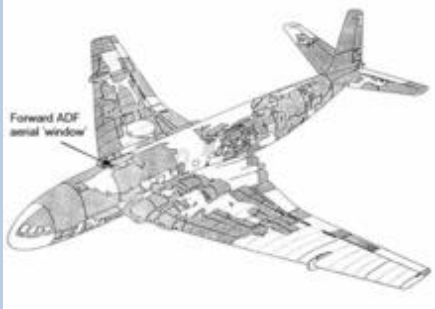
B787搭載
RR Trent 1000



B777搭載
GE90

ジェット旅客機の出現

コメット Mk. I (空中分解事故が続出)



回収され復元された
コメット Mk. I 型機

コメット Mk. III (改良型)



ジャンボ旅客機による空の旅の大衆化



B747-100



強力な高揚力装置と
多数の着陸脚



C-5A

米空軍の大型輸送機の開発競争で負けたボーイング社が旅客機に設計変更した。



B747SP



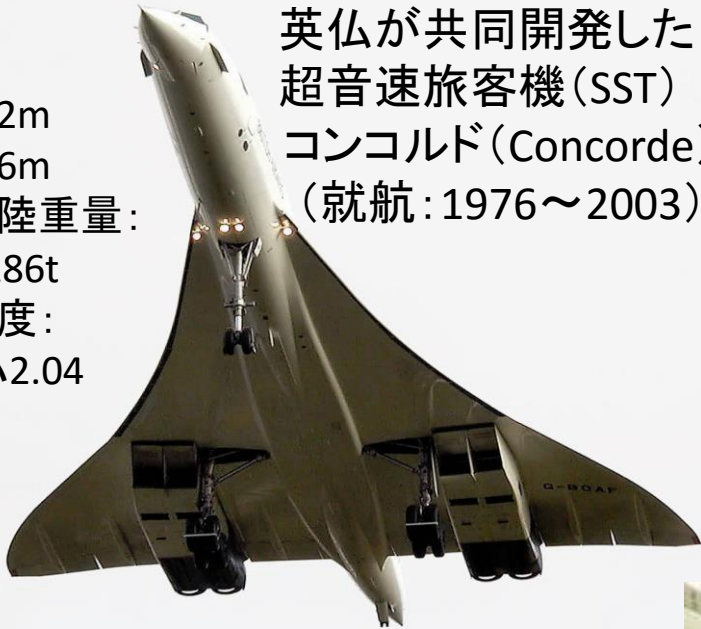
B747SR



B747-200F

超音速機の不幸な結末

全長: 62m
全幅: 26m
最大離陸重量:
186t
巡航速度:
マッハ2.04



英仏が共同開発した
超音速旅客機 (SST)
コンコルド (Concorde)
(就航: 1976~2003)



客室のマッハ計
(2.01を表示中)



高度18000mの空



パリCDG空港でのもらい事故(2000)



定員100人の客室
(料金はファーストクラス並)

大型化(1)



YS-11(24t)

()は最大離陸重量



B727-200(37t)



DC8-30(152t)



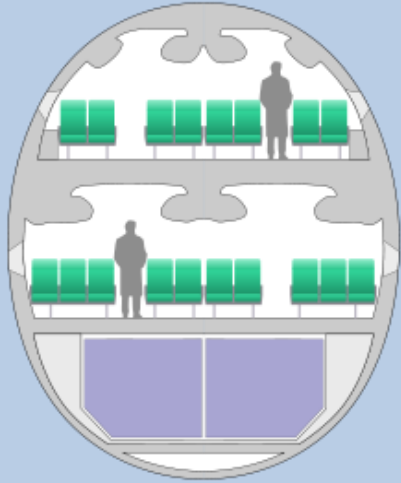
B747-400
(413t)



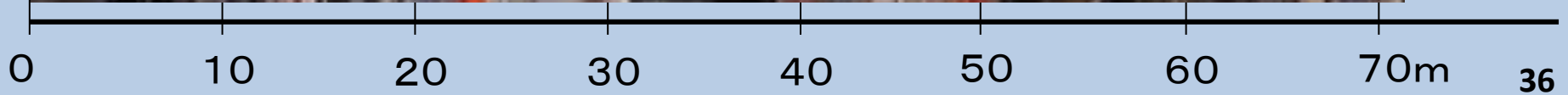
B777-200
(247t)

0 10 20 30 40 50 60 70m 35

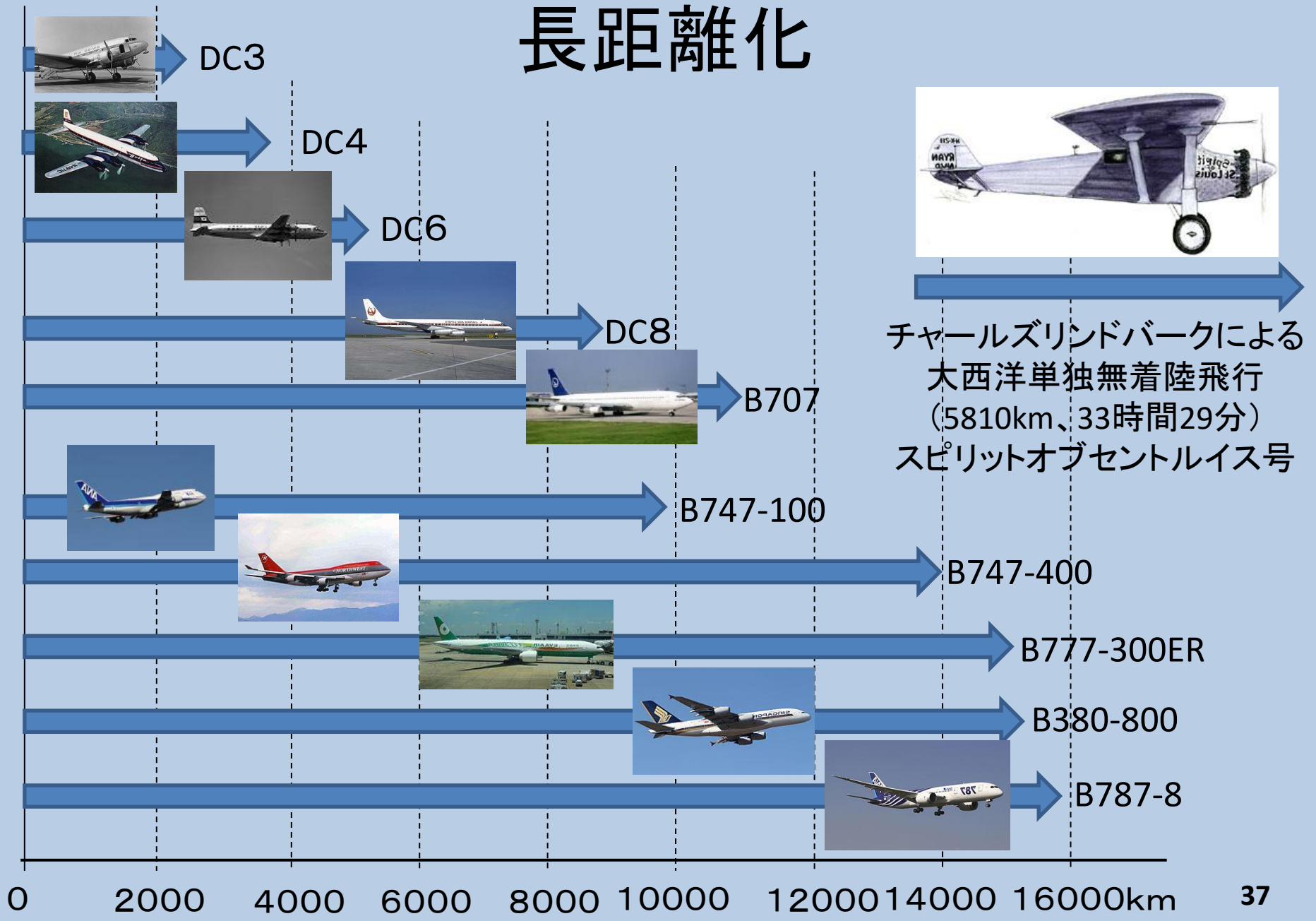
大型化(2)



A380-800
(560t)



長距離化

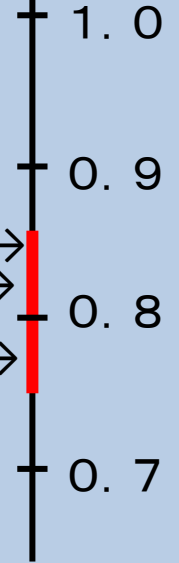
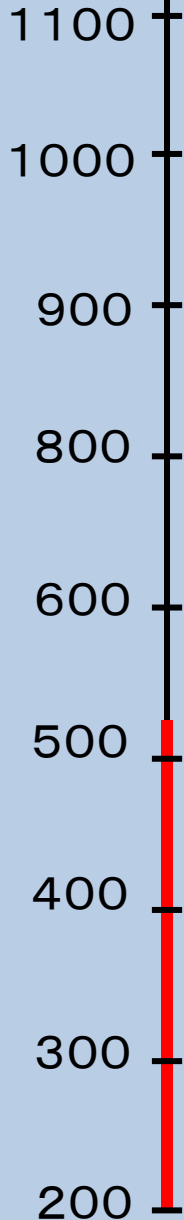


旅客機の巡航速度

(1マッハの速度は気温で変化)

Km/時

マッハ



B777 (M084) →



B747-400、B787、A380 (M085) →
B747-200、A320 (M082) →

B737 (M078) →



← SAAB340
← DC6



← YS11



← DC4



← DC3



旧式の速度計
(単位: ノット)



最新式の飛行
状態指示計器

左側: 速度計

中央: 姿勢

右側: 高度計

昇降計

下部: 方位計

信頼性向上による双発機の増加

(双発機の洋上長距離飛行: ETOPS)

3~4発機



洋上でエンジン故障が起きても飛行継続可能

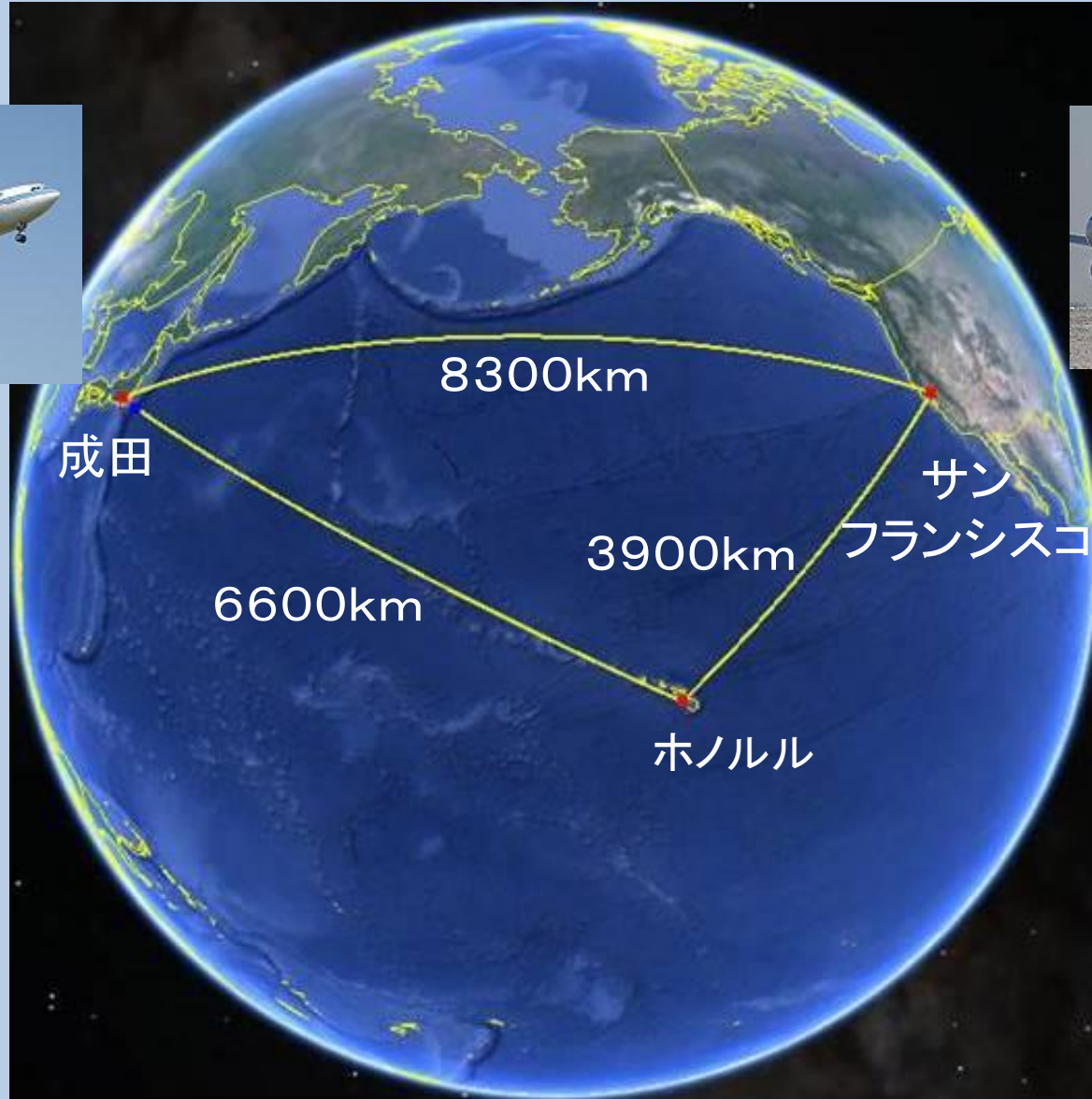
双発機



洋上飛行時間の制限緩和

90分
⇒120分
⇒180分
⇒207分
⇒240分
⇒330分

(機種毎に認定)



地図: GoogleEarth
+ 松田

極限までの省エネ化



高効率エンジン



電動式操舵装置



LED照明／電気式空調



電子シャッター



飛行管理コンピューター
による最も経済的な飛行



新素材による機体重量軽減

操縦室のハイテク化



DC8-62



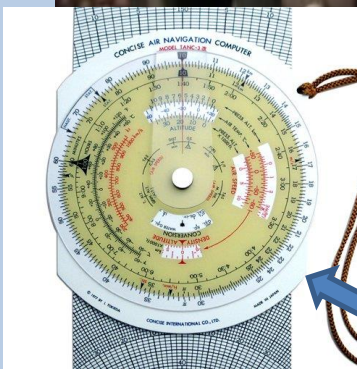
オートパイロットの操作パネル



B747-200



B747-400



航法計算盤

B787-8の操縦室



A380-800の操縦室



余談：空の旅の選択肢（①計画段階）

- 安全度の高い航空会社を選ぶ
 - 全航空会社の格付レーティング（英語）
<http://www.AirlineRatings.com>
 - 航空会社の安全度ランキング（ドイツ語）
<http://www.aerointernational.de>
- ⇒ 日本版「ニューズウィーク」で紹介（毎年2月下旬）
- モントリオール条約（2003年発効）適用の航空会社を選ぶ
- 機体後方か非常口付近の座席を選ぶ
- 危険な空港は避ける



余談：空の旅の選択肢（②搭乗段階）

- トイレに行く時以外はシートベルトを締めておく
（突然の乱気流で揺れて天井に激突しないため）
- 安全マニュアル／安全ビデオを見て緊急時の対応を理解する
（酸素マスク、救命胴衣、安全姿勢、避難路、脱出方法など）
（注：無事に脱出した後で消防車に轢かれた例があります）
- アルコール類を飲み過ぎない
（上空では酔いの回りが速い）
- 熱い飲物には要注意
（乱気流で揺れて火傷する）
- ときどき下半身を動かす
（静脈血栓塞栓症の予防）





ご清聴ありがとうございました

空の旅をより一層お楽しみください。

松田 宏

hiroshi_n_matsuda@nifty.com