

飛行機の話

2017.4.20 BSB 池田秀之

始めに

飛行機といえば男の子供にとっては船、自動車、汽車、と共に先ず興味を持ち憧れ、将来の成りたい仕事の一つに数えられるでしょう。

以下にそのあこがれから実際に飛行機に関わりを持った記憶の中身を主として、昭和50年代位までの飛行機で多くの人には知られていないと考えた飛行機関連の大雑把な歴史(?)を主としてお話したい。尚、本記載項目、内容は、全て筆者の偏見に基づいて取捨しているのも面白くないかも知れないし又、内容が中学校程度以上レベルを対象としている事を予めお断りしておきます。

それ以降年代の飛行機については第3章で日本国産のYS-11を思いついたことだけ少し書いています。従ってここで書いていない飛行機の話は一般の書店等にて入手できますのでそちらで見て欲しい。又、本記載内容は、難しい理論や航空機技術等はあまり触れていないので気楽に見て欲しい。

第1章 日本におけるエンジン付き飛行機での飛行の歴史

(1) 記録にのこる日本人の初飛行(米国のライト兄弟による動力初飛行は1903年)

1910年12月 日本人による初飛行 飛行した場所は東京代々木練兵場(現在は代々木公園)。

飛行した人物はいずれも陸軍軍人で外国からの購入機を使用している。

第一番最初の飛行者(ドイツ グラーデ製機体 24Hp 複葉単座機使用)(飛行12月14日)

陸軍大尉 日野熊蔵が実際の日本人最初の飛行者

H=20m L=1000m t=1分20秒

第二番目の飛行者(フランス アンリファルマン製機体 50Hp 複葉単座機使用)(飛行12月19日)

陸軍大尉 徳川好敏(華族 男爵清水徳川家)

H=70m L=3000m t=4分

公式には徳川大尉が第一番とされているが陸軍の恣意によるのか? 身分が上だから?。

(2) 第二次世界大戦以前の世界の飛行機に関わる有名な大きな出来事

① 1927年米国人チャールズ・リンドバーグによる単独大西洋無着陸横断飛行成功。

アメリカ最東部からフランス・パリ間大西洋無着陸横断単独飛行記録樹立、33時間半でした。

機体は単座単発高翼プロペラ機 「スピリット オフ セントルイス号」。

パイロットはスイーデン移民の子で民間人(後に米国陸軍軍人となっている)

有名な言葉「翼よあれがハリの灯だ」は日本語訳であり後世の脚色とされている。

② ドイツ人 フォン・リヒトフォーフェン男爵のドイツ機による第一次世界大戦での空中戦撃墜王。

撃墜80機以上とされている。機体は単座で3枚羽根とか2枚羽根とも使用しており、赤色塗装された機体名称「レッド Baron」が有名。戦争末期に戦死した。

(3) 第二次世界大戦以前の日本の飛行機は

① 昭和の始めころまでは外国機輸入飛行機が「パクリ生産」が主であった。

但し、東大の航空研究所(航研)の長距離機A-26もある。木村秀政も参画していた。

② 第二次世界大戦初期までは優れた国産軍用機もあり、ノモンハン事件、支那事変初期等で戦争しているが殆どが軍用機であった。(相手機はソ連製機体)

軍部の航空への認識はおそまつで当時は大艦巨砲主義が軍事を支配していた。有名な東郷平八郎元帥も筆頭であった。

③ 当時の主な機種は軍用機であり、航空に目覚めた海軍の一部は航空母艦での離着艦ができるようになった。

④ 一部に輸送機も生産されたが僅か。

(4) 第二次世界大戦中の日本機

① 国産機は殆どが軍用機である。国産民間機も輸送機使用が少量あった。

(世界の軍用機の中で欧米に劣らず製作された多くの日本製機体のなかで有名な機体例)

海軍 三菱重工製 「零(れい)式艦上戦闘機」(昭和15年制式)

三菱重工製 「一式陸上攻撃機」(昭和16年制式)

(この機は戦闘で被弾によりすぐ炎上するので米軍により付けられたあだ名は「ライター」)

川西航空機製 局地戦闘機「紫電改」(昭和16年制式の「紫電」を昭和18年

改良設計し採決されて「紫電改」とされた)

川西航空機製 水上機「2式飛行艇」(昭和17年制式)

陸軍 中島航空機製 キ-43 1式戦闘機「隼」(昭和16年試作指示)

川崎航空機製 キ-61 3式戦闘機「飛燕」(昭和16年試作指示)

中島航空機製 キ-84 4式戦闘機「疾風」(昭和19年制式採用)

② しかし、殆どの軍用機に装備されたエンジンは能力が小さく、戦争後半には大出力の米国機には対抗が困難であった。さらに製作数が圧倒的に少なかった。

一部の戦争末期の機体には大主力エンジンが装備され始めたがすでに遅すぎ、又、製造技術者、整備技能者の戦場への招集とか生産資材(燃料、アルミニウム材、ゴム等)が不足していた。

この為、木製飛行機、松根油燃料等も使用しており既に敗色が濃かった。

- ③ 日本軍用機は空中戦闘能力の確保名目で軽量設計を重視し、パイロットの生命を無視して防弾装置の無いコックピットや燃料タンクを製造したため必然的に戦闘で撃墜されることが多く、熟練パイロットの戦死による減少で、戦争末期には制空権が失われた。
 - ④ 戦争終末期になると航空機は殆ど特別攻撃隊に駆り出されて若き搭乗員と共に失われた。
 - ⑤ 終戦後の連合国による「極東軍事裁判」ではABC級戦犯が裁かれたが日本人による日本人の戦犯の裁判は行われなかった。
(この戦争では上級軍人が殆ど生き残り、下級軍人(兵隊クラス)が多く戦死)
- (5) 第二次世界大戦中の世界の航空機の生産は殆ど質、量とも戦争のためだった
(ソ連、イタリア機は省略)
- ① 初期
 - (a) ドイツ: 戦闘機は ムッサーシュミット「Bf-109」、フックウルフ「Fw190」、他爆撃機等連合国機より質・量とも圧倒的に優位であった。
戦闘機による欧州戦線での撃墜王が多数輩出記録されている。
(例) ドイツ エーリッヒ・ハルトマン 主に東部戦線にて 352機撃墜(公式の世界記録)
アフリカ戦線でもマルセイユ等が出た。ドイツ宣伝映画名「アフリカの星」。
 - (b) イギリス 戦闘機は スーパーマリン スピットファイヤー「MK-5」がドイツ機に何とか対抗できた他爆撃機も対等に戦っていた
 - ② 中期以降
 - (a) ドイツ: 機種は初期と余り変わらないが性能は大幅アップ。さらにジェット戦闘機が登場し連合国機をしのいだが登場が遅すぎ戦局打開には至らなかった。
 - (b) イギリス 機種は初期と余り変わらないが性能は大幅アップしたがやはり苦戦。
 - (c) アメリカ: 途中から欧州戦線に参戦後、戦闘機はノースアメリカン「P-51ムスタング」、リパブリック「P-47サンダーボルト」等、爆撃機はボーイング「B-17フォートレス」等大型機が性能、数量ともドイツ機を凌ぎ制空権を取った。
太平洋戦線では戦闘機はグラマン F-6F「ヘルキャット」、チャンスフォートF4U「コルセア」、さらに大戦後期に登場したボーイングB-29「スーパーフォートレス」(超空の要塞)等により日本は完全に制空権を失った。
広島、長崎に原爆を投下したのも長大な航続距離を誇ったB-29である。
 - ③ 第二次世界大戦での米軍機が勝利した訳
多量の軍用機生産能力、多数のパイロット養成等の人的、物的、経済等の戦争資源の圧倒的優位は当然であるが、「マジックヒューズ」(近接信管)、レーダー性能等による艦艇の圧倒的な科学技術の優位とか、戦略、戦術に米軍が優れていたと言われている。
- (6) 第二次世界大戦の終戦後
- ① GHQの命令により日本の航空機設計～生産が全て禁止となり、残存機は全て焼却された。
このため日本の航空機技術者は分散し、航空機の設計、製作技術は世界のレベルに大きく遅れた。
 - ② 昭和25年勃発の朝鮮動乱での特需以降GHQ命令は許されたが、航空機設計技術の遅れは取り戻せなかった。
 - ③ 昭和35年頃やっと航空機工業に目を向けるようになってきて、民間機製造に動き始めたが今度は政治家や官僚、民間では戦前からのメーカー等によるせめぎあい等の目先の利益優先に終始して折角の目が伸ばせなかった。
 - ④ YS-11については第3章参照。

第2章 第二次世界大戦後の世界の航空機の歴史

(1) 世界の軍用機の進化

- ① 第二次大戦終結直前ドイツでジェット戦闘機が登場(ムッサーシュミットMe-263)し連合軍脅威となる。
日本でも戦時中ドイツより移入し、製造を試みたが物にならず。
戦後英米国がこのジェット機の技術を認め、戦争のための航空機技術が画期的にが進歩した。
- ② 第二次大戦終結後超音速機が誕生(X-15)する等戦闘機、爆撃機の開発向上の動きが活発。
(主として米、英、露、仏、スエーデン)
- ③ 朝鮮動乱より軍用機はジェット機の時代となった。
(連合軍はF-86(セーバー)戦闘機、中共・ソ連軍はミグ15戦闘機)
- ④ ジェット機が大型化、高速化してきた。
ボーイングB-47、B-52等

(2) 世界の民間機の進化

① プロペラ機からジェット機へ

米国ではボーイング、ダグラス、ロッキード等、イギリスではデハビランド、BAC等の会社が航空機製造に力を入れた。(至近ではヨーロッパ共同開発コンコルト、エアバス等)

② 中小型機では世界中の国で開発、商業化しているが日本は黙ってみているだけ。

ヨーロッパではイギリスのホーカー・シドレー「HS-748」、ビッカーズ「ハイカウント」、オランダではフォッカー「F-27フレンドシップ」等。

イギリス、オランダの航空機生産、輸出は国家支援が旺盛で、値段、アフターサービス、コスト、政治力等日本は全く太刀打ちできなかった。(政府は口を出すだけで責任のみ追及)

カナダやブラジルは中型機が多く世界を席巻。

ソ連(現ロシア)は米欧の航空機規定が満足出来ないため、ツポレフ機が共産域内で多いのみ。

③ 航空機は開発費が過大となって単一メーカーでの新型航空機は開発不可能となり、このため大型機開発では大資本会社に吸収されてあるいは共同しての開発体制となっている。

(3) ジェット機の飛行中機体破壊や空中衝突等の事故が頻発(多くは墜落して死者多数)

① 民間機の一例

イギリス: デハビランド「コメット」機 世界最初のジェット旅客機であったが機体ドア開口部の外板切り欠き部が裂けた結果機体破裂墜落。以後コメット機は生産停止。

アメリカ: ボーイング「B-707」 大型ジェット機として大量に生産されたが、尾翼が飛行中に破壊した結果墜落。以後改修されてかなり長期運航中(現在は殆どリタイア)

アメリカ: ボーイング「B-737」 中型ジェット機として多数機が生産販売された内、ハワイ航空の一機の客室天井部分が半分近く飛行中に吹き飛び緊急着陸し、墜落は免れたが乗客多数が空中に放り出された。現在は原因の対策が進み、生産続行中。

ソ連(現在はロシア): 省略

② 軍用機 省略

③ 空中事故の原因

- ・後に多くは機体の疲労破壊であることが判明し、以後の機体設計はこれの対応が必須となった。このため世界中で設計の基準が改められて今日に至っている。
(参考)この対策のためには疲労限度設計かフェールセーフ設計(損傷許容設計)が必須となった。
ただし、現在は機体側ではフェールセーフ設計が主流
- ・外国機では空中衝突事故も多発し始めたためこれの対策も始められた。
過去の空中衝突原因の多くは管制と操縦とのコミュニケーションの悪さによるものであった。
(参考)その後世界の民間旅客機では航空機衝突防止装置、空中衝突警報装置の取り付け等の義務化あり。
- ・ジェット機エンジンのエアインテークへの鳥吸い込みによるタービンのファンブレード損傷で事故になる例も報告された。
(参考)対応策は想像だが地上滑走路近辺での鳥類飛び出しの防止(空砲脅し、鳥類の繁殖防止等)しか知らない。
- ・操縦室前面風防への鳥衝突によるガラス破損対策はガラス強度の確保がなされている。

(4) これまでの経験で判明した我が国のその後の民間航空機製造に求められる性質、条件

- ・安全性や安心の確保のための強度や性能・機能(航法)の確保。
- ・プロダクトサポート確保。
- ・快適な居住性確保。
- ・容易な操縦性や操縦自動化の進化。

(5) 戦後日本の航空機製造への歴史

① 昭和25年勃発の朝鮮動乱から昭和30年代までは米軍機修理が主。

昭和28年ころより戦後復興を旗印に日本全体に科学技術ブームが勃興し広がった。

② 昭和30年代以降は第二次大戦での経験の他、政府主導により主として自衛隊機の製造に米軍機のロックダウン生産や技術提携製造等を実行してきた結果、民間会社は航空機製造に自信を持ち、さらに航空機技術習得や航空機関係会社の存続を図った。

(参考)自衛隊機は、P2V、T-33、F-86、F-104、F4、PS1等

③ 昭和30年当時、政府は、重工業振興施策を、造船(計画造船)、精密機器、家電、自動車の順で進められ、何れも、世界トップに成長している。

同時に昭和30年国産輸送機開発製造の機運が発生した(通産省重工業局)。

④ 昭和50年頃までの日本の飛行機製造の歴史。以降については省略。

機体開発製造

自衛隊機: 空自練習機 T-1 空自輸送機 C-1、海自2式大艇海難救命機

民間機: 軽飛行機、ヘリコプター 多数 旅客機 YS-11

⑤ その後民間機、軍用機(自衛隊機)とも自前技術での開発が盛んになってきたがまだ不十分。

第3章 我が国初の国産旅客機YS-11製造への道

(1) 民間輸送機製造への旗振りスタート

通産省担当 重工業局 航空機武器課長 赤沢璋一

航空機は自衛隊だけでは生産に波があり過ぎるので生産の谷を埋めるには安定生産ができる民間輸送機生産が望ましいと考えた。

昭和34年政府関係特殊法人として「日本航空機製造株式会社」が設立され、民間機製造に踏み出した。

(2) 研究スタート

① 輸送機設計研究協会発足

『5人の侍』

「何れも日本の幾多の傑作機を設計した錚々たるメンバー」とか「その道で一家をなした連中」とか「多くの軍用機を設計された最も有能な技術者」と言われ戦前戦中の日本の航空機メーカーを代表する主任設計者。(いずれも東大工学部卒) (文庫本YS-11より抜粋)

- ・東大 木村秀政(航研機) ・三菱重工 堀越二郎(零戦)
- ・川崎航空機 土井武夫(5式戦飛燕) ・中島航空機 太田稔 (4式戦疾風)
- ・川西航空機 菊原静男(紫電改)

実際にはその他の上記会社からの出向技術者、商社も大勢が参加して基礎研究がなされた。その結果、通産省の予算取の為に、かなり大雑把で実機モデルには問題も多いが国民のイメージ作りに役立つ機体基礎設計案が出来た。

「船頭多くして船山へ登る？」超有名な航空機設計者(戦闘機)であり自信があったようで各自主張が強かったと言われている(特に堀越二郎氏?)が何とか提案骨組みは出来た。

② 機体基礎設計案に基づくモックアップ(等身大模型)

日本飛行機株式会社横浜杉田工場で実施された。

(この案は2-3列太胴案だったが見学参加者からの異議なし)

(3) YS-11の原設計開始

① 試作機の製作の為に国の予算が取れたので試作を開始。

設計チームリーダー(部長)新三菱重工業 東条輝雄 (東条英機元首相の2男)

設計チーム (主査)

- | | |
|--------------|----------------------------------|
| 第1チーム 新明和工業 | 佐治正士 (庶務、設計管理) |
| 第2チーム 新三菱重工業 | 島文雄 |
| 富士重工業 | 水谷光雄 |
| 第3チーム 日本飛行機 | 内田政太郎 |
| 昭和飛行機 | 野口栄一 |
| 第4チーム 川崎航空機 | 藤島敏夫 (主翼、エンジンセル(覆い)、エンジン艙装、燃料装置) |
| 第5チーム 富士重工業 | 得能健次郎 (尾翼、脚、油圧) |
| 第6チーム 新三菱重工業 | 佃 泰三 (電気、無線、計器、与圧、防水、操縦室艙装) |

② 基本コンセプト

(a) 無理な設計はしない

(b) 電気・電子機器他部品等は出来るだけ実績のある外国製品を導入する。

(c) 主要性能等 (型式仕様でのYS-11A、特定条件時の値を示す)

離着陸距離	離陸(15°C)	1200m
	着陸距離	1100m
航続距離	1230nm(最大燃料)	
自重	14.82トン	運用自重 15.462トン
最大離陸重量	24.5トン	最大着陸重量24トン
最大ペイロード	6.538トン	
最大運用限界速度	13600ft以下,245kt(CAS)	最小操縦速度 89.5Kt
乗客数	60人乗り、乗員2+2	
外形	細胴型	外形等省略

(4) 民間航空機として飛ぶ為の規制

① 安全性の証明(全ての民間航空機が対象)

航空機製造事業法 機体の部品1個に至るまで製造する事の安全性の運輸省の認可要求書。

型式証明 FAAに認められた(CAR4Bの要求事項に合致する)機体の仕様を証明した文書。

FAAがCAR4B(日本では耐空性審査要領)に基づいて検査して合格した型式の証明。

耐空証明 生産された機体毎に運輸省航空局による検査(日本の航空法、型式証明等に準拠)合格の証明書。

航空法 電気・電子製品の安全性検査を実施する事の要求書。

型式仕様書(型式証明書の根拠仕様書)

② 民間機の世界での協力機関に加盟(ICAO)して機関からの要請事項の実行。

ICAOとは国際民間航空機関で国連経済社会理事会の一専門機関

③ 航空機製造メーカーが顧客に提供する書類等。 例えばYS-11の場合では

運航に必須な法規制のある各種マニュアル類(下記のうち(a)、(b)は運輸省の認可が必要な法規)

- (a) フライトマニュアル(飛行規程)
- (b) メンテナンス リクワイアメント マニュアル(整備規程 サービスライフ リミットマニュアル)
- (c) メンテナンス マニュアル オーバーホール マニュアル パーツ カタログ
ハンデストラクティブ テスト マニュアル

運航に必須な航空機製造メーカーから顧客へ提供する連絡文書類
サービス プレティン(マンドトリー、エッセンシャル、リコメンデッド、デザイアブル)等の重要度ランクがあり、
マンドトリーやエッセンシャル ランクのものは運輸省の認可が必要。
他緊急な安全要請事項には「キャンペンワイア」を利用して連絡することがある。

- ④ 認められた対空類別 " T " 類

(5) YS-11の生産始まり

① 製造会社設立

昭和34年政府関係特殊法人として「日本航空機製造株式会社」が設立された。

資本金 5億円 (解散時の最終資本金 182億円)

出資は半官半民の特殊法人

初代社長 荘田泰蔵(天下り)

他の主要役員は官、メーカー、商社等の天下り

② 生産体制

設計要員は機体6社・官庁、部品メーカー等より技術者が出向、さらにプロパーを若干採用。
製造は分担した。

基本設計、品質管理、組み立て、飛行試験、販売等は日本航空機製造株式会社
製作は機体6社、部品メーカー等で分担:

機体、治具等製作主要 6社 (担当範囲の機体詳細設計共)

胴体(新三菱重工、日本飛行機)、主翼(川崎航空機)、

富士重工(尾翼)、昭和飛行機(ハニカム)

新明和工業(後部胴体)

その他主要各社

住友精密工業

降着装置

グッドイヤー

降着装置

ロールスロイス

エンジン

ダウティロートル

プロペラ

ダンロップ

タイヤ

小糸工業

客室座席

大丸

室内設備

その他

油圧機器・システム

操縦装置、航法装置

電気・電子機器輸入(ロックウエル・コリンズ、ベンディックス等)

主特殊素材料 * 原料アルミ(ジュラルミン)は輸入(アルコア)

* 主要鋼材(主として合金鋼)は輸入

* 特殊材料を国産すると割高となるだけでなく品質に劣る。

③ その後のYS-11に関する宣伝広報

昭和37年8月 YS-11は名古屋空港で初飛行した。

昭和39年9月 YS-11全日空機が東京オリンピックの聖火を輸送する等広く国民へ宣伝された。

(6) 主要仕様

- ① 主要寸法 全長26.3m 全幅32.0m 全高8.99m

胴体径 2.88m

(特記事項) 主翼断面形 層流翼 (第二次大戦でのNo1戦闘機 P-51も層流翼)

主翼 面積 94.8m² 主翼上反角 6°19'

エンジン イギリス ロールスロイス社製 タート10 2基 最大離昇出力 3060 eSP
(ターボプロップエンジン) (水メノール噴射)

プロペラ イギリス ダウティロートル社製 4枚/基 直径4.42m

降着装置 3輪式(前車輪1×2 主車輪2×2)油圧昇降式、アンチスキッド装置付き

② 主性能

機内与圧 4.16psi(0.29kg/cm²) 運用限界高度20000ft (室内高度8000ft)

目標機体寿命 30000飛行時間

(7) 型式証明取得のための試験飛行時に発見した問題と解決

型式証明：米国 FAA立ち合い実施（CAR4B 準拠）

① 発見した問題と解決

- (a) 振動、安定性に問題があった。
- (b) 量産への重大な改善事項
動翼タブ設置、上反角増大・主脚扉改造、E/Gナセルフレット取り付け等の改造をただちに実施。
- (c) 微小の対策工事实施も含めて全対策完了後、再度試験飛行を行い、検査合格を得ている。

② 売り込み

- (a) 海外ヘテモフライト、売り込み（フィリピン、インドネシア、アフリカ諸国、南米、韓国、ギリシャ）
- (b) 国内への売り込み（ANA、TDA、AWAL、JAL）

(8) 安定量産

- ① 量産型（YS-11、YS11A、YS-11B、特殊型（海保、海自、空自、）を生産。
- ② 輸出機体 フィリピン（戦後賠償）、インドネシア、韓国、ブラジル、アルゼンチン、アメリカ（PAI、ハワイ、ギリシャ）
- ③ 国内機体 ANA、JAL、TDA、SWAL、航空・海上・陸上自衛隊、海上保安庁
(注) ANA: 全日本空輸(株)
TDA: 東亜国内航空(株)
SWAL: 南西航空(株)

(9) 安定量産、販売拡大のための更なる改善

- ① FAR121対応（90秒脱出規定）
- ② 最大離陸重量 25トン化
- ③ L/G Average寿命 70,000回着陸可能化
- ④ L/G fail safe寿命算定可能化
- ⑤ 電気、電子機器の国産製品搭載可能化、その他
- ⑥ 前面風防仕様変更
- ⑦ 翼前縁防氷（YS-11A以降 de iceer 化に仕様変更）
- ⑧ エアコン機能改善
- ⑨ 片発上昇振動防止
- ⑩ 前面風防ガラスの鳥衝突強度確認試験実施
- ⑪ 搭乗者便宜のための「乗降階段（air stair）取り付け
- ⑫ 補助動力（APU）取り付け
- ⑬ 非常用脱出シュート（escape slide）取り付け
- ⑭ 室内設備（座席・life vest）、絨毯、窓枠、トイレ設備、ギャレイ設備、室内隔壁、荷物室）等耐火性

(10) YS-11その後の面白試験実施紹介（下記以外も含め、通常一般人は見る事は出来ない）

① 耐寒試験（厳寒時の性能確認）

機体はYS-11社有機（試作1号機）

厳寒時北海道帯広空港から離着陸し、オホーツク海上空にて耐寒試験を行った。

機内の暖房設備停止して、上空20000ftを旋回しているとソ連の管制より「領海を侵犯しているのでただちに退去せよ」と警告を受けたので網走から大雪山上空にもどり試験を続行。

機内の床面は水を垂らすと直ぐに凍結する厳しさであったが、試験は冬季厳寒条件時も所定の試験測定項目を異常なく終了した。

② 最大離陸重量でのエンジン片発上昇性能確認試験及び失速速度確認試験

機体はYS-11社有機（試作1号機）

YS-11A-500型機の最大離陸重量である25000kgWにセット（機体の客室床に所定のダミーウエイトをセット）して名古屋空港を離陸。伊勢湾上空にてエンジン片発を停止し、所定の上昇性能が得られることを確認した。

又、続いて失速試験を実施した。機体の速度を次第に下げて失速領域に入り機体の振動が激しくなった時点で回復操作を行って所定の失速性能を確認した。

③ 緊急着陸時の非常脱出試験

「運輸省航空局の名古屋空港検査官」立ち合い

YS-11量産機を使用し、FAA規定のFAR121に基づく機体の非常脱出機能を確認した。

愛知県豊山村の一般住民64人に依頼して夜間機体片側の出口から乗員を含めて全員が90秒以内（84秒）に無事脱出できることを確認した。中央出口は主翼上面に、後部出口は脱出スライドを滑りおいて出口配置、および能力があることを確認できた。

(11) YS-11生産終了

- ① 総生産機数 182機 赤字360億円
資本金180億円(資本金を全部使用しても1億円/機の赤字吸収出来ず)
- ② 赤字の主要原因
 - ・ 経営を知らない官が主導し、販売価格決定。
 - ・ 製造コスト増大(各社共コスト低減努力なし、自衛隊他メーカーは親方日の丸方式(原価積み上げ方式)で実績支払い)。
 - ・ 海外販売契約不備による過大損失
- ③ 昭和47年国会で赤字を追及されて無責任な国・メーカー・商社の逃げ姿勢の結果日本初の国産旅客機「YS-11」の生産が中止となった。
 - ・ 日本の国策会社、メーカーである「日本航空機製造株式会社」は解散された。
 - ・ 社員は、出向社員は帰参し、プロパー社員はエアライン、航空機メーカー、他の特殊法人、他の民間会社等への転職等全員が散って行った。
 - ・ この結果民間航空機製造のノウハウは消滅し他国に遅れをとることになった。

(12) YS-11の評価

- ① 技術的には成功、経営的には失敗。
- ② 機体を頑丈に作り過ぎている(疲労破壊で墜落した事例なし)保証寿命以上の安全飛行実現。
- ③ エアライン側から見ると、定時出発率99.8%はすごい。世界NO1。
YS-11の成功はエアラインの提案・助言、要求等が大きい。

2. その後のYS-11の動き

(1) 法改正等に伴うYS-11引退

全ての民間航空機にTCASの装備を2003年9月末期限で義務付け、航空法施行規則を改正された。

(参考) TCASとは(Traffic Alert and Collision Avoidance System)

航空機衝突防止装置のこと

YS-11については経過措置として航空機衝突警告装置(TCAD)装備により2006年末まで運行が認められた。

(参考) TCASの装備コストは8000万円/機

TCADの装備コストは1000万円/機

これにより、運航各社は改造費コストと新品の機体購入費の比較検討を強いられた結果、すべて新品購入する事になりYS-11は引退する事になった。

YS-11のエアライン初就航36年後(1965年)多くの国内線に運航していたが丘珠-函館線を最後に平成15年(2003年)に退役した。

(2) 航空機メーカーとしての責任をはたす為、世界で民間機として5機運航している限り、アフターサービスとして補用品は提供する事を世界に表明し、羽田整備場に補給処を設けた。

(3) 近年は、離れ島間のように短距離線ではなくてはならない交通機関であったが、機体のせいでないのに退役した。

その分、カナダやブラジル等から中型旅客機を購入して運航している。

(4) その後外国にYS-11中古機として売却されたり、記念機として国内各所に展示されている。
また、外国では部品取りのためにリタイアする機体が多く報告されている。

3. 飛行機の雑話

(1) YS-11の名前の由来 1

Y : 輸送機設計研究協会の頭文字「Y」

S : 輸送機設計研究協会の設計の頭文字「S」

11 : 10の桁の「1」

採用候補に挙がっていたエンジンに割り振っていた資料番号で「1」はロールスロイス「ダート10」の資料番号。

:1の桁の「1」

複数の案が検討された機体設計案の番号で第二案の設計番号が「1」。

YS-11の名前の由来 2

Y : 横浜

日本飛行機(株)横浜工場

S : 杉田で会いましょう

モックアップを行う杉田工場であいましょう

11 : 11日

7月11日

(2) 航空機の呼び方

① YS-11の場合

日本、米国で航空機の名前の後に付けている機体の型式を指す数字「-」記号の呼び方は一般に知られている呼び方ハイフォンとは違っている。

例： YS-11A-200の場合は
正しくはハイフォンの部分が「ダッシュ」と読むのが正しく、従ってYS-11Aダッシュ200。
米国も同じ

② 航空機の設計等に用いる単位

日本、米国で航空機の製造に用いる単位は「ヤードポンド」法であり、これは戦後日本の航空機製造は米国機のノックダウンや技術供与がスタートとなっているため。
この為、YS-11の設計に当たって米国機の図面、仕様書、仕様書、仕様書、仕様書等を参考にする場合の寸法等はメートル法と「ヤードポンド」法の換算値両方を記載している。

例： 長さの換算：
ミル⇒ 1/1000インチ=0.0254mm
インチ⇒ 1インチ=25.4mm
マイル⇒ 1マイル=1852m (海里)

(参考)

「空」とか「海」では長さ表示の「マイル」とは「海里」(sea mile)を指し、地球の子午線長の1分の長さ(1度の1/60)である。

「陸」では(陸マイル)1609mの使用が一般的であるが飛行機では使わない。

③ YS-11の機体強度部材締結部品(ボルト・ナット等fastener類)

構造物への使用では全て緩み止め対策が必要。(二重緩み止め装置 Dual locking device)
又、全てインチ単位である。又、使用するための規格その他詳細は省略。

ボルト類： AN(AIR FORCE-NAVY AERONAUTICAL STANDARD)
MS(MILITARY STANDARD)
NAS(NATIONAL AEROSPACE STANDARD)

(参考)ボルトは合金鋼(4130又は4340以上の強さ)を用い、細目ユニファイネジ(UNF)を使用する。
国産材合金鋼ではSCM3~SCM4以上が相当するが殆ど使用していない。

(3) よく知られている零戦等の軍用機番号について

① 海軍では制式採用となった皇紀年号末尾を撰っている。

「零戦」は昭和15年に海軍制式艦上戦闘機となったので神武天皇即位年を基準とした年号を付けるとこの年が皇紀2600年(西暦年より660年昔)であるから、これの末尾が0(零)年のため「零戦」と言われたのである(正しくは「れい戦」と読む)。

昭和17年前半まで太平洋地域では天下無敵の傑作機で、終戦まで1万機以上作られた。

② 陸軍では軍より試作指示を受けると順番に「キ」番号があたえられている。

(4) 第二次世界大戦における日本の航空機の評価

① 西洋人から見れば、極東の一国家の技術がこんな航空機(戦闘機等)を作れる筈が無く、西洋の技術のバクりに違い無いと言われるくらい優れていた。

② 量産能力、品質管理技術等の工業力、経済力において米国のそれに圧倒的に劣ったことで戦争に負けたとされている。

③ パイロットの操縦能力は優れていた。

(5) 日本軍用機の宿命

① 格闘性能確保のためとして軍指示により人命確保より軽量優先で製作要求され(防弾、防火設備なし)、空戦で被弾すると容易に炎上、墜落して多くの優れたパイロットが戦死している。

② 機体設計では「5人の侍」のごとくよく知られているがエンジンの設計、製造が遅れており、低出力エンジンの航空機で戦い、又、優秀パイロットの補充が出来ない国力であった。

③ 終戦間近では、資材無し、製造技術者・整備技術者不足、燃料無し、無い無い状態であった。陸軍の「疾風」の油圧配管のオイル漏れ不具合や航空ガソリンの性能低下(オクタン価不足)によるパワー不足はよく知られている。

④ 第二次世界大戦終了後、米軍に接收された軍用機等の性能検査が行われた結果、米軍規格の燃料(オクタン価100)を使用すると米軍機に決して劣っていないことが判明している。

(6) 層流翼について

- ① 主翼の設計で断面が最も厚い場所を断面のほぼ中央位置に後退させることで空気抵抗が減少して高速性能や航続性能が向上する。
- ② 層流翼を採用して活躍したよく知られる第二次大戦時の機体
 アメリカ：第二次世界大戦時の米国戦闘機ノースアメリカン P-51「ムスタング」は世界NO1戦闘機といわれて、日本機、ドイツ機が適わなかった。(量産機最初の採用か?)。
 日本：紫電改は層流翼や自動空戦フラップが採用されていた。(終戦時点での日本軍NO1戦闘機と言われている。)

(7) 第二次大戦後(昭和50年代以降)の国内での航空機への関心啓蒙

- ① 日本は昭和47年YS-11の生産終了後、米国のボーイング社の下請けで満足してしまっただけでなく、(国内向けにはYS-XとかYS-33等と宣伝しているが下請けであり、現在のボーイング 7X7等も下請けである)。
- ② 日本での航空ショウが盛んになり始め、国民の目が航空機に向き始めた。
 昭和46年名古屋国際空港で米海軍F-4「ファントム」機による曲技飛行、イギリス ホーカーシドレー「ハリヤー」による垂直離着陸、空中停止・お辞儀等のデモ飛行、米空軍(超巨大輸送機)C-5A「ギャラクシー」輸送機の地上展示等のショウが開催されるようになり、航空機が身近となってきた。
 現在では毎年日本各地の航空自衛隊や米軍基地で航空ショウが実施されている。

F-4「ファントム」機による超低空での曲技飛行の爆音が極めて大で「鶏が産卵しなくなった」等苦情が大きくて予定されていた2日目以降の曲技飛行を中止した等の事件もあった。

- ③ 最近では、戦争時外国で墜落した日本軍用機の回収(主に零戦、飛燕、紫電改等の戦闘機)復元が行われ、展示されている。
- ④ YS-11製造の計画から実際の飛行開始までの異常な度々の完成延期事情に対する出版物等での嫌味や励ましの紹介
 - ・「あひる 飛びなさい」 阿川弘之の小説
 - ・「地に落ちたあひる」 完成遅れへのメディアでの批判記事
 - ・「待てど暮らせどなぜ飛ばぬ、初の国産旅客機」 週刊サンケイ(1964年6月)記事
 - ・特徴のないのが特徴 と揶揄されていたYS-11は「醜いあひるの子」の扱い。
 - ・飛べない飛行機 マスメディアによる批判。
- ⑤ YS-11完成後の正規運航開始以降での乗客からの冷やかしの紹介
 - ・フロア機とは思わなかった。フロア線真横に乗ったがうるさくてたまらない。
 - ・窓際側座席乗客より「頭上から水滴が落ちてくる」(ハットラックにあるエアコンノズルから)

⑥ YS-11の機体展示紹介

青森県立三沢航空博物	JA8776	2157号機	TDA	三沢市大字三沢字北山158
みちのく北方漁船博物	JA8809	2054号機	TDA	青森市沖館2丁目2-1
航空科学博物館	JA8611	1001号機	(試作1号機)	千葉県山武郡芝山町岩山111-3
所沢航空発祥記念館	JA8732	2101号機	ANA	埼玉県処所沢市並木一丁目13
電車とバスの博物館	JA8662	2022号機	TDA	神奈川県川崎市宮前区宮崎二丁目10-12
かかみがはら航空宇宙科学博物館	JA8731	2099号機	ANA	岐阜県各務原市下切町五丁目1
コウトリ但馬空港	JA8734	2103号機	ANA	兵庫県豊岡市岩井字川谷1598-34
さぬきこどもの国	JA8743	2115号機	ANA	香川県高松市香南町由佐3209
有明佐賀空港	JA8733	2102号機	ANA	佐賀県佐賀郡川副町大字犬井道9476-187
熊本空港	旧崇城大学	詳細不明		

(注1)号機番号の4桁目は型式表示を示す。(例 2157号機はYS-11A-200型の生産157号機)

(注2)TDA:東亜国内航空株式会社、ANA:全日本空輸株式会社

(8) YS-11の墜落事故事例 (この他に地上事故でリタイアした機体は除いた)

生産号機	墜落年月日	墜落場所または付近
23	1966.11.13	松山空港近くの海中墜落
43	1969.12.11	韓国でハイジャック 北朝鮮ビョンヤン空港に着陸
59	1972.4.12	ブラジル・リオ・デ・ジャネイロ北方山中に墜落
68	1973.10.23	ブラジル・リオ・デ・ジャネイロ サントスゲイモン空港
82	1974.3.5	米国カリフォルニア州borrego springsで墜落
110	1970.8.12	台北松山空港近くで墜落
134	1971.7.3	函館空港北七飯町横津岳墜落
139	1989.3.15	米国ルイジアナ州ラファイエット空港墜落
153	1987.1.13	米国インディアナ州レミントン空港近く墜落
155	1972.10.21	ギリシャ アテネ空港 海に墜落
156	1976.11.28	ギリシャ サハントポロス山に墜落

(9)YS-11の型式

YS-11	試作機	
YS-11-100	前期量産型	最大離陸重量24トン、乗客最大64人
YS-11A-200	後期量産型	最大離陸重量24.5トン、乗客最大64人(一部自衛隊機にカーゴドア付もあり)
YS-11A-300	後期量産型	最大離陸重量24.5トン、乗客・貨物両用型(カーゴドア付き)
YS-11A-400	後期量産型	最大離陸重量24.5トン、貨物機型(大型カーゴドア付き)
YS-11A-500	後期量産型	最大離陸重量25トン(YS-11B型)、乗客最大64人
YS-11A-600	後期量産型	最大離陸重量25トン(YS-11B型)、乗客・貨物両用型(カーゴドア付き)

4. YS-11の機体の疲労強度の定量化についての情報を参考まで。

(1)機体の疲労強度

① 疲労強度評価法改善

(a) 形状改善(切り欠き低減、Load pass見直し、)

全機疲労試験は胴体225000回、主翼189000回行われた(世界では類を見ない回数)

これらは保証寿命30000時間を目標としたもの

(SF=6.5で十分だが ⇒7.0を使用)

(主要外国ではSF=4.0程度)

破壊確率 $=-3\sigma \Rightarrow 0.00635$

(参考) SFとは(スキッターファクター)疲労破壊のバラツキ係数のこと。

(b) 疲労亀裂の進展速度の計算法は

従来の計算法は殆ど疲労限度での計算法であったが1970年頃Paris他が唱えた応力拡大係数を用いた亀裂進展の仮説が有効と認められるようになったことによりこれを採用した。

(参考) 亀裂進展速度 da/dn 、寿命「 n 」のParis等提唱の仮説では

(線形破壊力学参照 ここでは省略)

$$da/dn = \int (\Delta K, \text{二次的諸因子}) \quad (\text{参考}) \Delta K \text{は応力拡大係数}$$

単位は $\text{kgf}/\text{mm}(\text{exp } 3/2)$

となり、これを「 n 」について解き亀裂の破壊までの繰り返し数「 n 」を得る。

又、ここで重要なのは破壊靱性値「 $K1c$ 」でありこれは材料固有の試験で得る値。

(c) 腐食疲労強度は省略

(2)降着装置の耐久性

① Average landing 寿命 70,000回着陸保証

(a) 疲労限度設計(safe life)も可とし、修正マイナー則に基づく疲労寿命解析(疲労限界)

(b) Fail safe性(メンテナンス対策) Fail safe性(損傷許容設計)を検証

② L/G腐食対策

形状改善、表面処理(防食メッキ)改善

(3)表面欠陥検査法改善 (非破壊検査 (NDT : non destructive test)マニュアル整備)

(4)SLL(service life limit)マニュアル整備