

現役航空整備士が書いた
かなりマニアックな
飛行機^豆知識



第1章 エアコン	1
第2章 安定性制御	11
第3章 エンターテインメント	19
第4章 電源系統	29
第5章 操縦系統 (その1)	39
第6章 操縦系統 (その2)	47
第7章 燃料系統	55
第8章 防水系統	65
第9章 降着装置	73
第10章 慣性基準装置	83
第11章 酸素系統	91
第12章 水系統	101
第13章 補助エンジン (APU)	111
第14章 機体構造	119
第15章 エンジン (その1)	127
第16章 エンジン (その2)	135
第17章 エンジン (その3)	143
第18章 エンジン (その4)	151
第19章 エンジン (その5)	159
索引	169

各章において、文章中の 1 2 3 … は、
後ろの写真のページの 1 2 3 … になります。
文章と写真を合わせてご覧下さい。

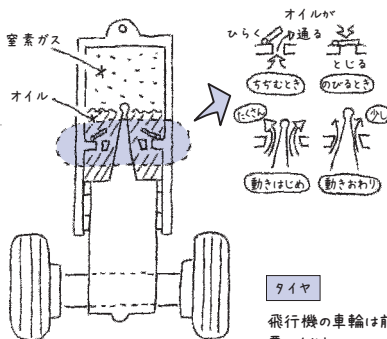
降着装置



この章は降着装置① (LANDING GEAR:ランディングギア) について解説します。

飛行機を地上で支えている脚のことを英語ではGEAR(ギア:直訳すると“装置”)といいます。前脚をNOSE GEAR(ノーズギア)またはNLG、主脚をMAIN GEAR(メインギア)またはMLGと呼ぶことが一般的です。

ショックストラット(SHOCK STRUT:緩衝装置)

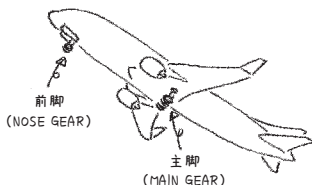


自動車と同じくチューブレスタイヤを使っています。
空気圧(窒素ガス)は約180~200psi(12~14kg/cm²)です。
自動車用タイヤの6~7倍の圧力です。

タイヤ

飛行機の車輪は前進/後進の駆動力を伝える必要がありません。そのため、タイヤには横方向の溝がありません。直進安定性と水はけのために縦方向にのみまっすぐな溝があります。

国内線を飛び機体1台がいよいよ日に6~7回着陸をしています。主脚のタイヤはおおむね1ヶ月~1ヶ月半で摩耗により交換をしています。



着陸時の衝撃を3本の脚で効果的に吸収するために飛行機ではオレオ式緩衝装置(OLEO SHOCK STRUT)が使われています。

内部には窒素ガスとオイルが入っており、

左図のような仕組みになっています。

(実際はもう少し複雑ですが、原理はこんな感じ)

『縮みやすく伸びにくい』

『最初は大きく、最後は小さく』

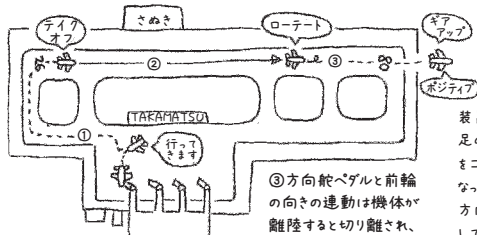
なんとなく高いところから飛びおりたときのヒザのイメージで

衝撃をやわらげられます。

クッキーではありません

操向装置(ステアリング)

第6章で少し触れましたが、パイロットの目の前にある操縦輪(コントロールホイール)は補助翼(エルロン)を操作するためのもので、地上走行時に前輪の向きを変えて進行方向を制御する操向ハンドル②は別のところにあります。



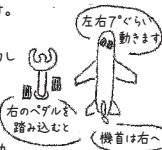
③方向舵ペダルと前輪の向きの連動は機体が離陸すると切り離され、前輪の向きは前脚を格納するためにまっすぐの位置に固定されます。

前輪が左右70°~80°ぐらい動きます

①駐機場から滑走路まで走行するときは、パイロットは片手を操向ハンドル、もう一方の手をエンジン出力レバーにかけてゆっくりと進んでいきます。

②滑走路を高速滑走するとき、パイロットの手は操縦桿、操縦輪を操作するために操向ハンドルから離れます。
そこで前輪の操向

装置は方向舵ペダルと連動し足の操作によって進行方向をコントロールできるようになっています。
方向舵と前輪の向きが連動して進行方向のコントロールが容易になります。

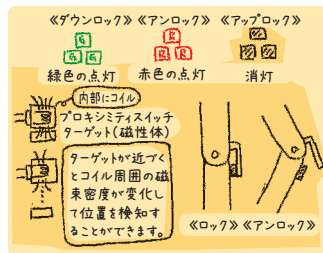


降着装置

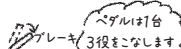
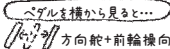
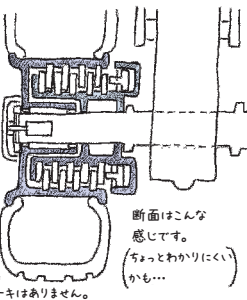
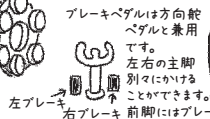
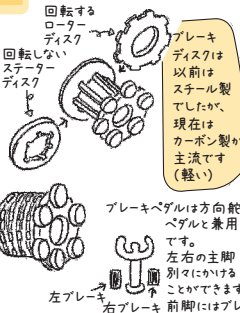
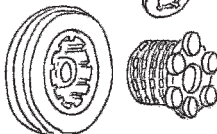
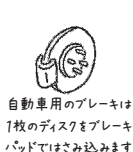
展開/格納と表示 3

ギアは地上では必要ですが、飛行中は大きな空気抵抗を生じるため格納します。重いギアを上げ下げするために油圧の力を使っています。

ギアが展開(ギアダウン)
格納(ギアアップ)の位置で
きちんと固定されていないと
飛行の安全に関わるので、
操縦室ではギアの状態をランプで
わかりやすく色分けして表示しています。



ブレーキ 4 旅客機で使われているブレーキは
自動車やバイクと同じディスクブレーキですが、
自動車やバイクのブレーキディスクが1枚なのに
対して、旅客機では多板式ディスクブレーキが
使われています。



アンチスキッドシステム(ANTI-SKID SYSTEM)

このシステムは自動車に装備されている
アンチロックブレーキシステムと同じようなブレーキの
効きすぎを防ぐものですが、ちょっと多機能です。

①スキッドコントロール

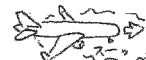
ブレーキの効果が最大となるように車輪の
回転速度の減速率をコントロールします。
ペダルを踏みすぎても、最短距離で停車で
きるように効き具合を調整してくれます。

②タッチダウンプロテクション

着陸時にはブレーキペダルを踏んでも
ブレーキがかからないようにします。
接地で車輪が回転しないときケ



③ノイドロプレーンプロテクション



機体の加速度から算出した対地
速度と車輪の回転速度を比較し
て車輪がすべっているときにブレーキ
を弱めます。

水たまりの上をスーッとすべったときに有効

④ロックドホイールプロテクション

他の車輪と比較して回転数が極端に少ないとき
ブレーキを弱めて車輪のロックを防止します。
(いわゆるアンチロック機能です)



オートマチックブレーキシステム (ABS)

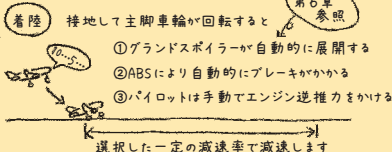
自動車のABS (アンチロックブレーキシステム) とは、違い、文字通りに自動的にブレーキをかけるシステムです。着陸時や離陸中断時にパイロットによるブレーキペダル操作を必要とせず、あらかじめ選択した減速率で自動的にブレーキがかかります。着陸モードで4段階ぐい選べます。グランドスポイラーと車輪ブレーキが自動で作動してくれるので、パイロットはエンジン逆推力の出力コントロールと進行方向の維持に専念することができます。

自動車にも衝突防止の自動ブレーキシステムがあります

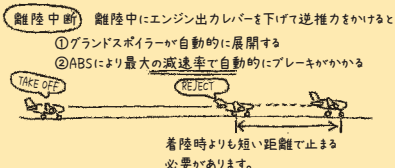
エンジンの逆推力装置は燃料を消費し大きな騒音を発生するため、着陸時の条件によってパイロットは逆推力の出力を加減します (エコと燃費に配慮します)。

逆推力が小さければABSはより強くブレーキをかけ、逆推力が大きければABSはブレーキを弱めます。結果的にはどちらでも機体の減速率は同じになり、必要な制動距離は一定となります。

乗りごこの良さにもつながります。



第6章 参照

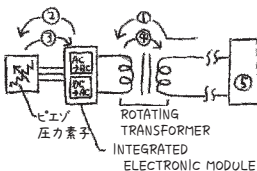
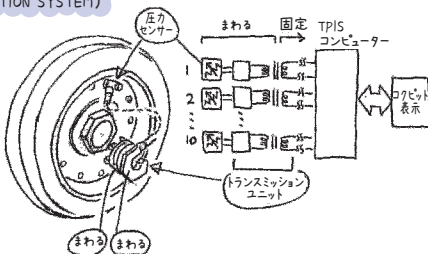


タイヤ圧力表示 (TPIS: TIRE PRESSURE INDICATION SYSTEM)

747-400型機、777型機、A300型機などいくつかの機種では操縦室でタイヤの空気圧を表示するシステムが装備されています。(747-400型機、A300型機は引退していました...)

空気圧センサーは車輪に取り付けられているので直接電線をつないで空気圧の情報を得ることができます。そこでちょっとした工夫がされています。ここではA300型機のTPISについて解説します。

右図のトランスミッションユニットとセンサーをもう少し詳しくみると下図のようになっています。



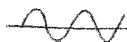
② 交流電圧はELECTRONIC MODULEで直流電圧に変換され、ピエゾ圧力素子に10.5Vの直流電圧が供給されます。

③ ピエゾ圧力素子はタイヤの空気圧に応じて0~100mVの電圧をELECTRONIC MODULEへ返します。

⑤ コンピューターは50~100kHzの信号を検出し、0~300psiの圧力表示信号に変換して操縦室の表示装置に伝えます。

① コンピューターから固定側コイルへ3,200Hzの交流電圧が供給されると回転側コイルにも3,200Hzの交流電圧が励起されます。

④ ELECTRONIC MODULEは0~100mVの電圧を50~100kHzの交流信号に変換し、3,200Hzの波にのせて回転側コイルから固定側コイルへ伝えます。



1 降着装置（ランディング ギア）



エアバスA350-900



ボーイング737-800 主脚



エアバスA350-900 格納検査の状況



この章は補助エンジン①について解説します。

補助エンジンは、もう少し日本語で正確に表記すると補助動力装置、英語ではAUXILIARY POWER UNITといいます。略称はAPUです。ここでも以降の表記はAPUと書くことにします。

APUの目的

APUは飛行機に電源と圧縮空気を供給するために装備されています。

主エンジンは運転中に前方から大量の空気を吸い込み、後方へは高温高速の排気を広範囲に噴出します。大きな運転音も発生します。そのため、主エンジンが回っていると旅客の乗降や貨物、機内食、燃料、水の搭載など必要な作業ができません。

地上設備が整っていれば、電源や空調などをそこから得ることができず、すべての駐機場で整っている空港はそう多くありません。

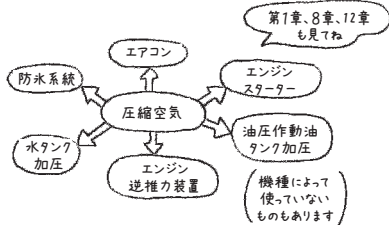
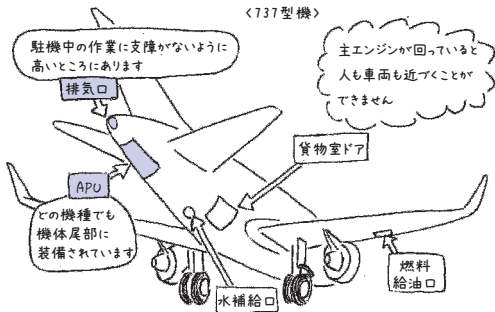
設備がない駐機場で、出発前の準備や到着後の作業などをする際に必要となる電源や圧縮空気を供給するためにAPUが使用されます。

ガスタービンエンジン

APUはガスタービンエンジンという種類のエンジンです。

「タービン」とは風車をぐるぐる回して気流のエネルギーを回転軸の運動エネルギーに変換する装置です。

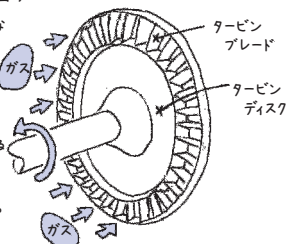
火力発電所や原子力発電所では高温高压の水蒸気をタービンに当てて発電機を回します。これを蒸気タービンといいます。航空機用ガスタービンエンジンは、ジェット燃料を燃焼させて得られる高温高压のガスをタービンに当てて回転軸を回し、出力を得るエンジンです。



また、主エンジンの始動は通常、飛行機を駐機場から押し出ししながら行いますが、APUが使えなければ駐機場で電源ケーブルと圧縮空気の供給ホースを機体につないだまま主エンジンを始動し、急いで片付けてから飛行機を押し出さなければならず、私達整備士にとっては大変骨の折れる作業となります。

「APUさん ありがとう〜」

APUの場合は、回転軸の出力でエンジンの運転に必要な圧縮機(コンプレッサー)、燃料ポンプ、オイルポンプなどの補機類を駆動するとともに、本来の目的である発電機とロードコンプレッサー(後述)を回します。



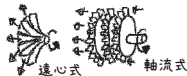
主要構成部②と働き (例ボーイング737のAPU)

①圧縮機(COMPRESSOR)

燃料を燃焼させるためには、空気(酸素)が必要です。出力を高めるためには、たくさんの燃料を燃やす必要があります。そのためには大量の空気が必要となります。圧縮機は空気をギュッと圧縮して、燃焼室にどんどん送り込みます。

ガスタービンエンジンの圧縮機には、遠心式と軸流式の2つのタイプがあります。

軸流式は段数が増やすことによって圧縮比を非常に高くすることができ、全



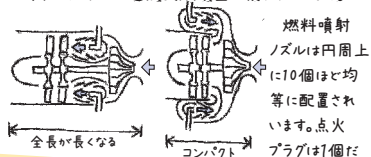
長が長くなるという欠点があるので、APUでは遠心式を採用するメーカーがほとんどです。

②燃焼室(COMBUSTION CHAMBER)

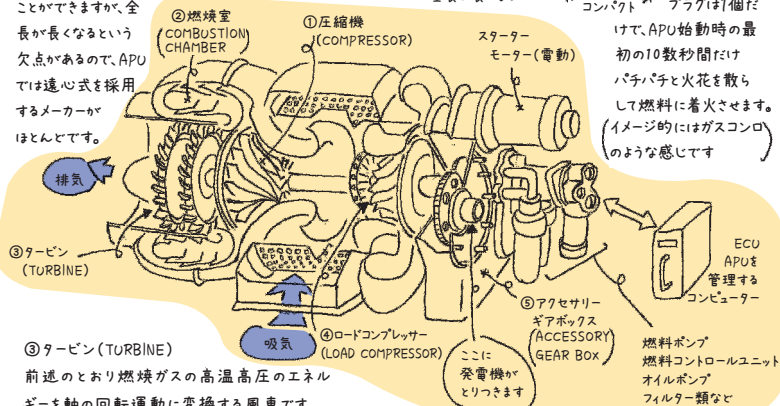
②燃焼室(COMBUSTION CHAMBER)

圧縮された空気に燃料を噴射して燃焼させる部屋です。

圧縮機→燃焼室→タービンの流れは一直線のほうが効率が良いので、APUはできるだけコンパクトにするために逆流式燃焼室が使われています。



燃料噴射ノズルは円周上に10個ほど均等に配置されています。点火プラグは10個だけ、APU始動時の最初の10数秒間だけパチパチと火花を散らして燃料に着火させます。(イメージ的にはガスコンロのような感じです)



③タービン(TURBINE)

前述のとおり燃焼ガスの高温高压のエネルギーを軸の回転運動に変換する風車です。

このAPUでは、軸流式の2段タービンで回転軸を毎分48,800回転もの高速で回します。タービンの羽根(タービンブレード)や土台となる回転盤(タービンディスク)は約1,000℃にもなる燃焼ガスを直接受けながら高速回転するので、非常に高価な超耐熱合金で作られています。

⑤アクセサリーギアボックス (ACCESSORY GEAR BOX)
エンジン回転軸の回転数を歯車によって減速し、燃料ポンプ、オイルポンプ、発電機、冷却ファンなどを駆動します。

電動のスターターモーターもアクセサリーギアボックスに取り付けられていて、始動時はバッテリーなどの電力でAPUを回します。(737型機はスターターと発電機が一体のスタータージェネレーターが装備されています。)

④ロードコンプレッサー (LOAD COMPRESSOR)

機体の各システムに圧縮空気を供給するための専用圧縮機をロードコンプレッサーといいます。

エンジン部の圧縮機と向かい合わせに、同じ遠心式の圧縮機が配置されています。

旧式のAPUは、エンジン部の圧縮機から一部の空気を抜き出して機体へ供給していましたが、エンジンの効率が低下し、より多くの燃料を消費するので、ロードコンプレッサーを独立させる方式に改良されました。

APUの発電機は定速駆動装置を介していないので、発電周波数は400Hzに保つため、APUは定速で回転する必要があります(第4章参照)。



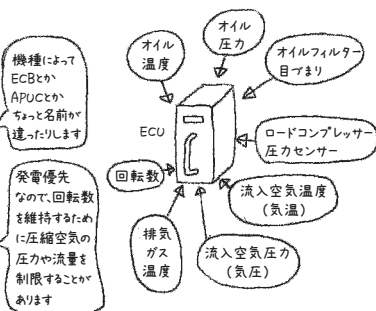
作動概要

APUは始動と停止だけ操作を必要としますが、運転中の制御、監視、保護などはすべて自動で行われます。

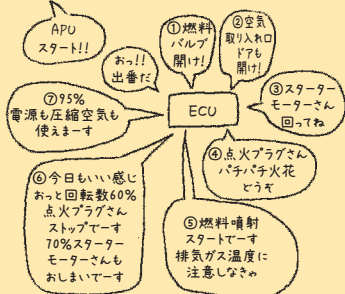
操縦室のスイッチは 機種によってはこんな感じですよ。

(ひと昔前の機種ではスイッチや計器がもう少しありました。)

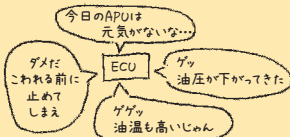
APUを管理するコンピューターはECU (ELECTRONIC CONTROL UNIT) といいます。ECUはAPUの各種センサーから情報をもらい、燃料の調整とロードコンプレッサーを流れる圧縮空気流量の調整をしながらAPUを常に一定の回転数に保ち、異常が発生した場合には一部の機能を制限したり、APUを自動的に停止したりします。



APU始動

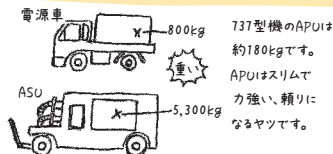


調子が悪い...

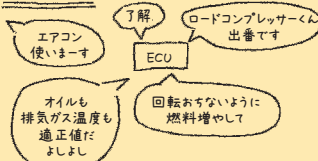


ちなみに...

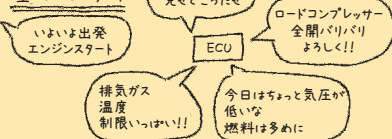
高松空港にはAPUが使えないときに使用する電源車とASU (エアスターターユニット: 圧縮空気を供給する装置) があります。その重さは...



エアコン使用



主エンジンスタート

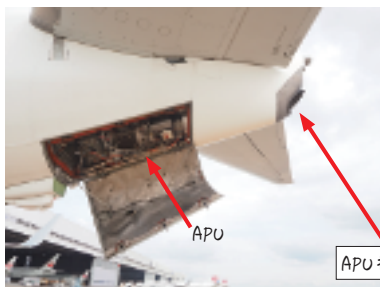


始動や停止の操作は操縦室のスイッチをカチッと切り換えるだけで、ECUはたくさんの機能部品に順序良く指令を伝えてスムーズな始動と停止を制御します。

また、ロードコンプレッサーや発電機の負荷量と外気の温度、圧力 (地上から高々度まで) に応じた燃料調整をして、安定した運転を保ちます。

主エンジンの発電機が故障した時は飛行中にAPUを運転することがあります

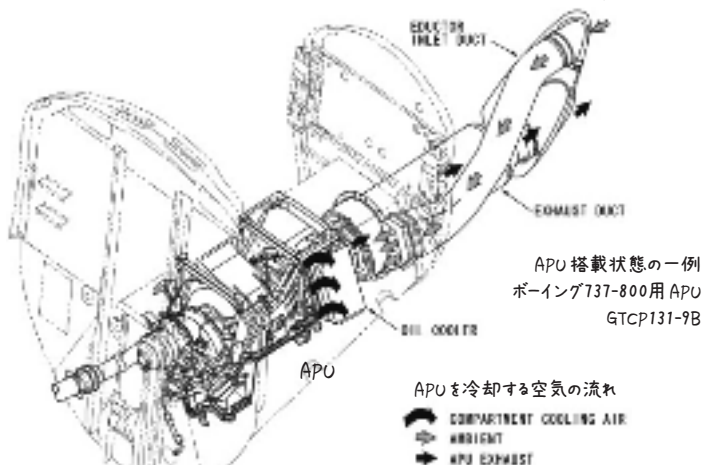
1 補助エンジン (補助動力装置 : Auxiliary Power Unit: APU)



ボーイング737-800



ボーイング777-300ER



ボーイング737-800



APUを下から見上げています。
黒くて大きいのがSTARTER/GENERATORでバッテリーからの電力で回転し、APUを始動させます。
定速回転後は発電機となって機体に電力を供給します。