

## 航空機火災の特性

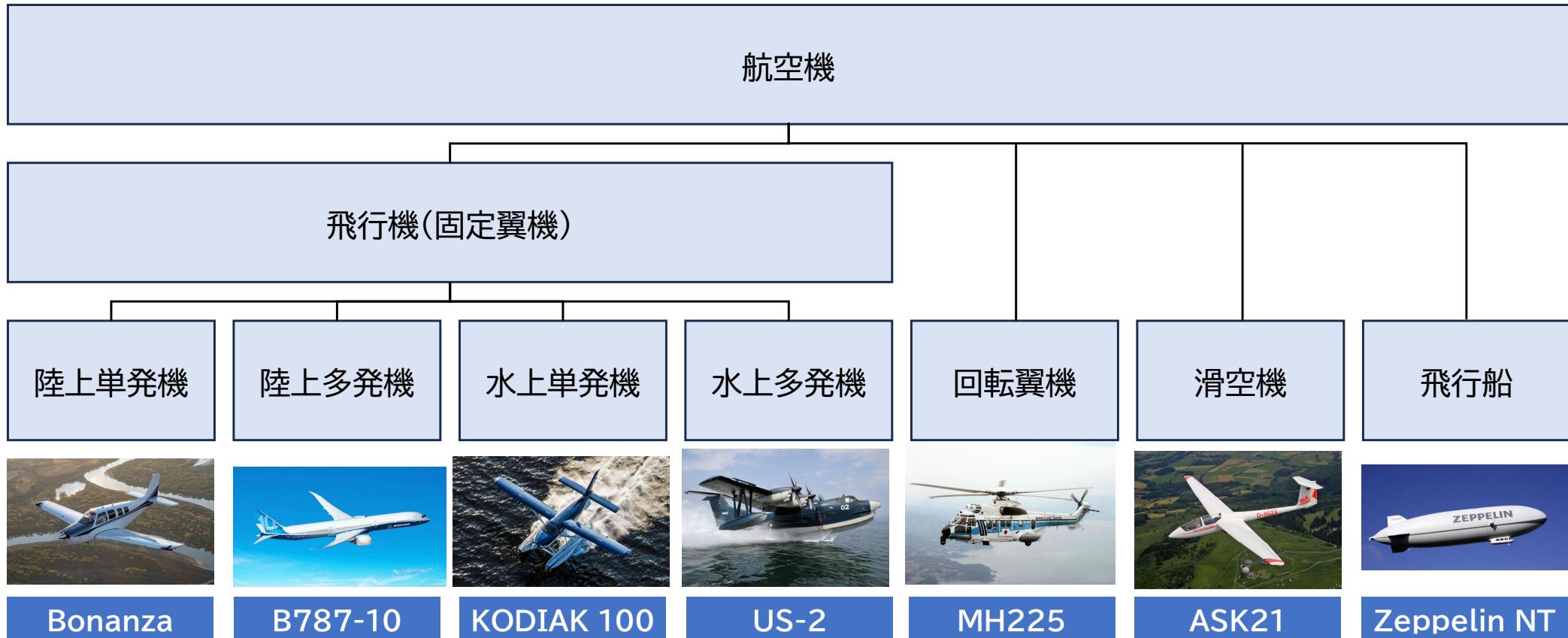
令和7年12月  
総務省消防庁特殊災害室

# 4-1.航空機火災の特性

## (1)航空機の構造と燃料特性:航空機の分類

- 航空機とは、一般的に大気圏を飛行・航行するために考案・使用・設計された機器を指す。
- 我が国では、航空法第二条(定義)において、「航空機とは、人が乗つて航空の用に供することができる飛行機、回転翼航空機、滑空機、飛行船その他政令で定める機器をいう。」と定義

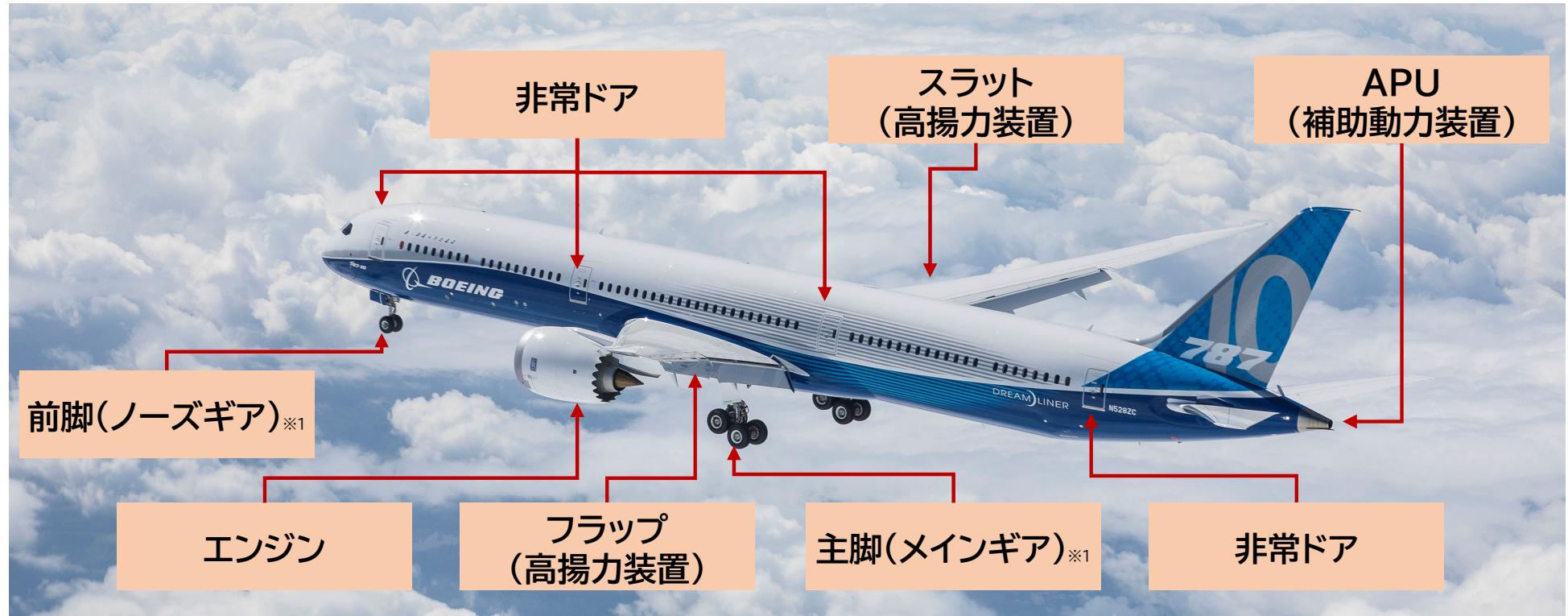
### 航空機の分類(例)



## 4-1.航空機火災の特性

### (1)航空機の構造と燃料特性:航空機の各部の名称・配置①

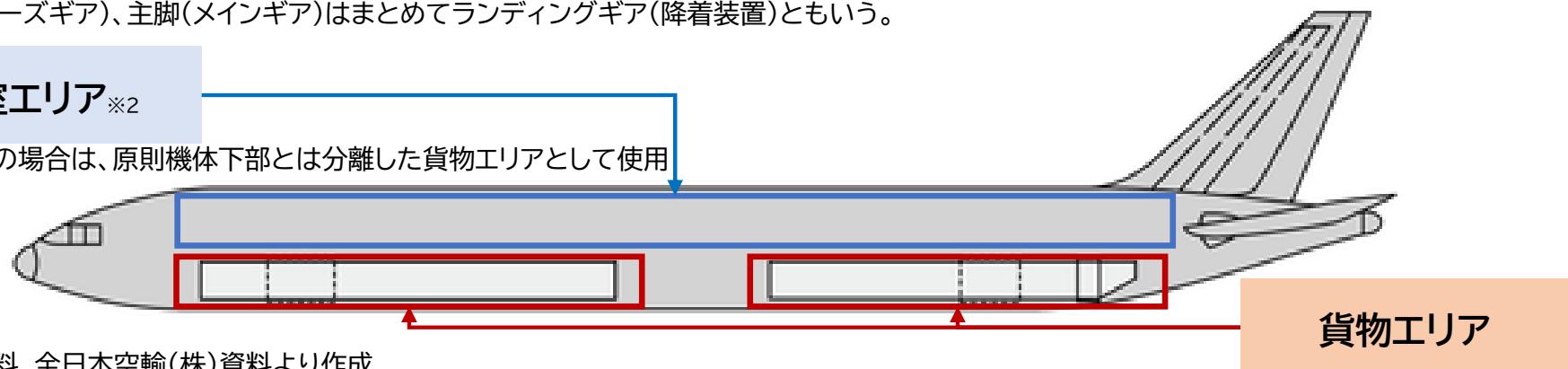
#### B787の各部の名称(例)



※1 前脚(ノーズギア)、主脚(メインギア)はまとめてランディングギア(降着装置)ともいう。

客室エリア※2

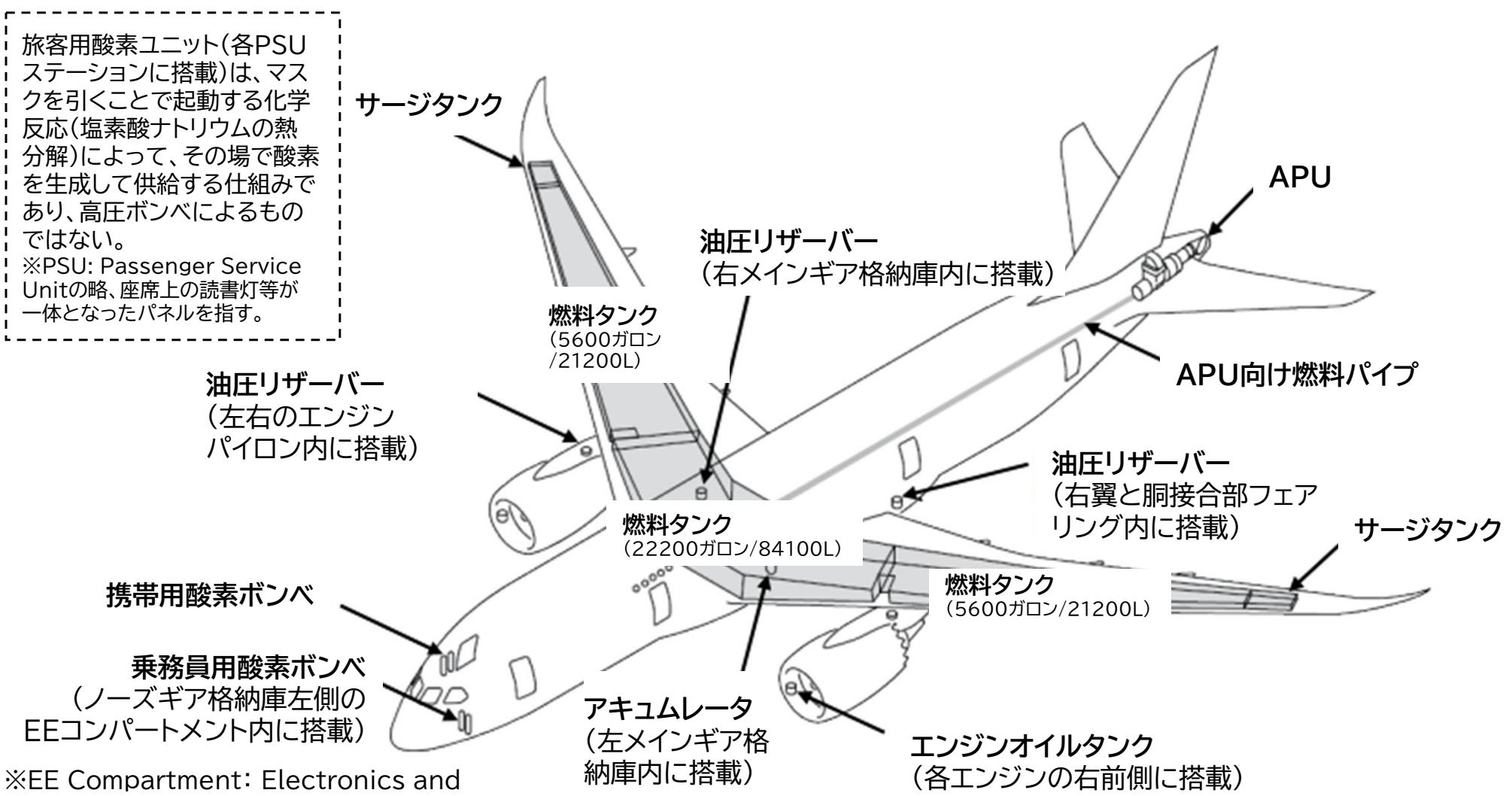
※2 貨物機の場合は、原則機体下部とは分離した貨物エリアとして使用



## 4-1.航空機火災の特性

### (1)航空機の構造と燃料特性:航空機の各部の名称・配置②

#### 燃料・油圧系統及び酸素ボンベ概略図(B787)

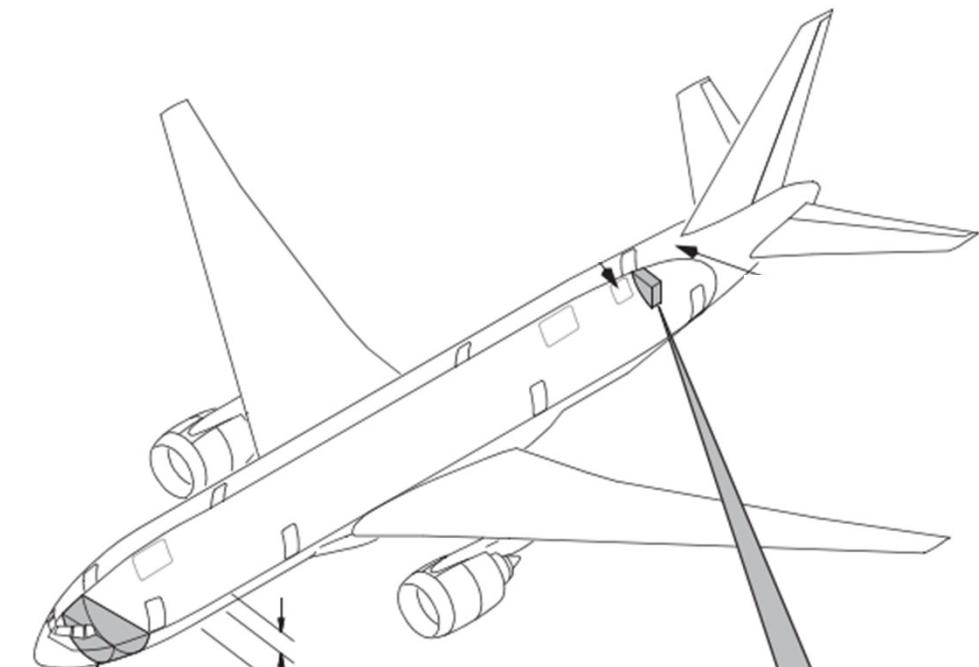


## 4-1.航空機火災の特性

### (1)航空機の構造と燃料特性:航空機の各部の名称・配置③

- 航空機では、バッテリーにニッケルカドミウム等を基本的に採用
- B787で初めてリチウムイオンが採用されたが、発火事故を受け1セル当たりの出力規制が発効  
※それ以降に開発された新型機材(B737MAX、B777X)においては、リチウムイオンではなく、従来のニッケルカドミウムを搭載
- A350では当初ニッケルカドミウムが採用されたが、その後、上記規制に合致する形でリチウムイオンを搭載

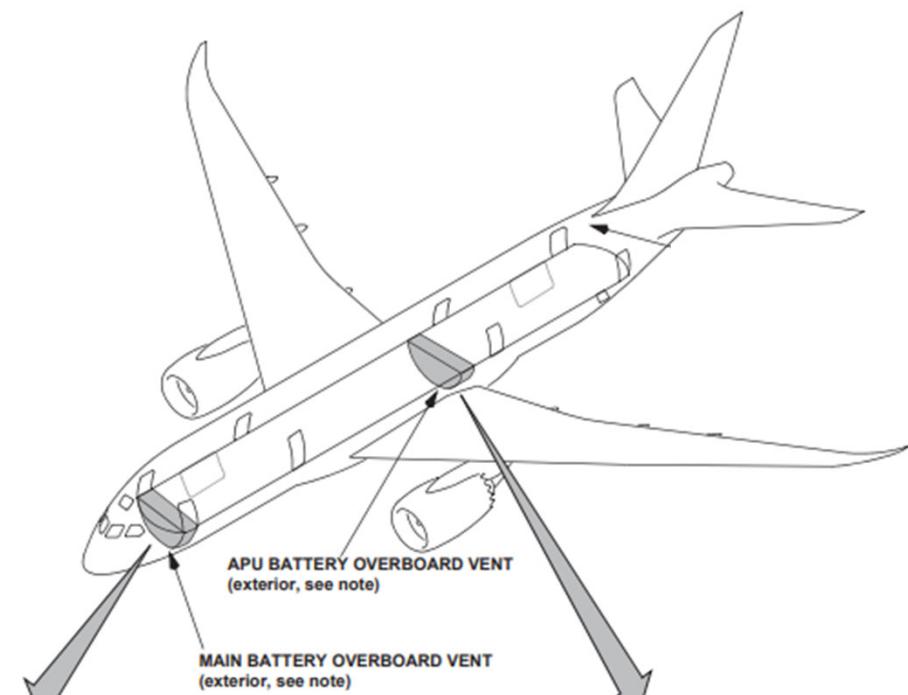
B777バッテリー配置概略図



メインバッテリー  
(ニッケルカドミウム)

APUバッテリー  
(ニッケルカドミウム)

B787バッテリー配置概略図



メインバッテリー  
(リチウムイオン)

APUバッテリー  
(リチウムイオン)

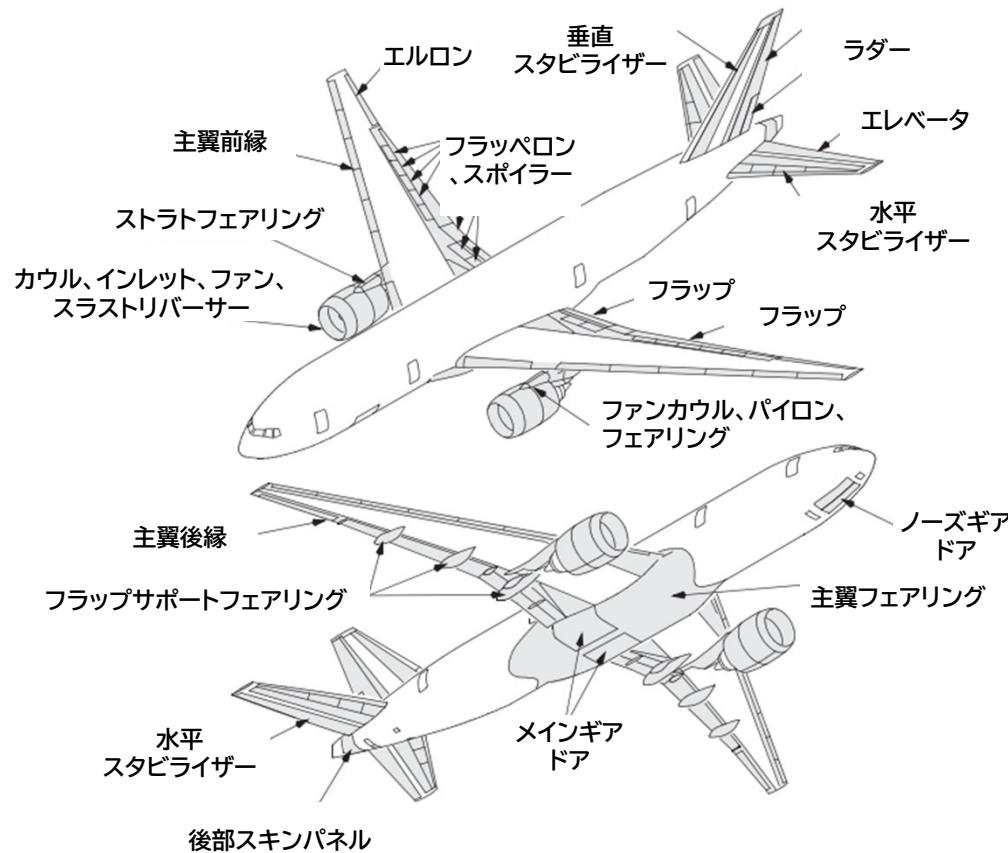
# 4-1.航空機火災の特性

## (1)航空機の構造と燃料特性:航空機の材質と特性①

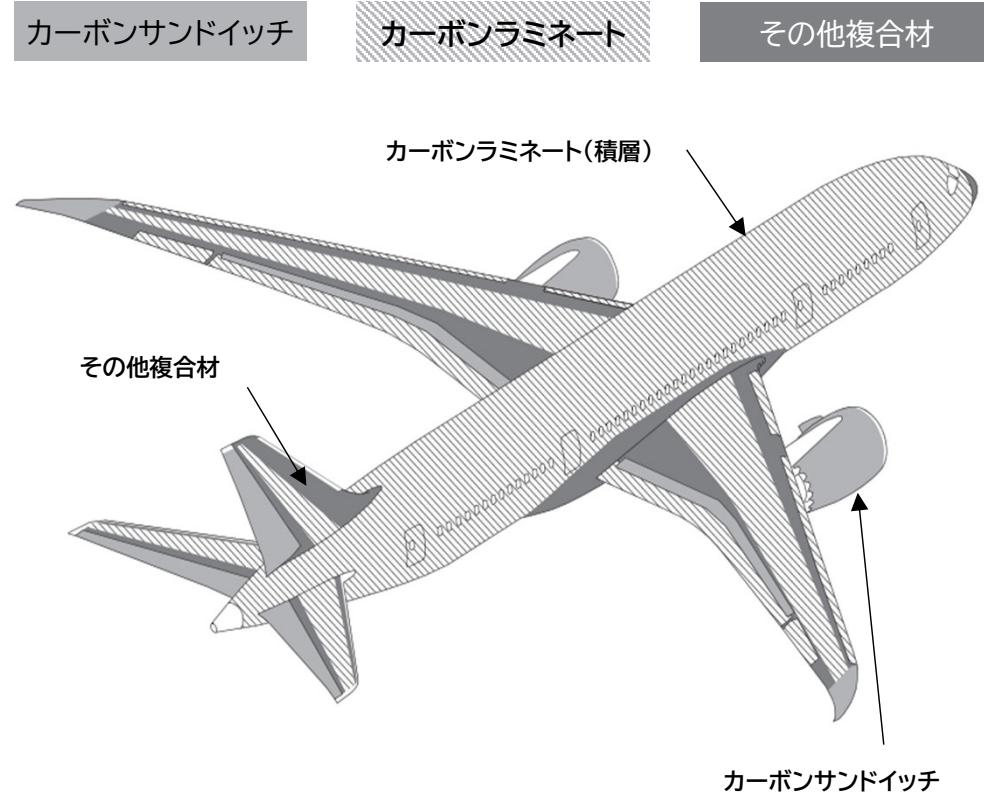
- 現状、多くの機体はアルミニウム合金が主な材料であり、一部の部品においてCFRPを採用
- B787及びA350については、機体の一次構造の大半にCFRPを採用

### 複合材使用箇所例

#### B777:アルミニウム合金主体



#### B787:CFRP主体



# 4-1.航空機火災の特性

## (1)航空機の構造と燃料特性:航空機の材質と特性②

- CFRPを使用した機種で事故が発生した場合、その特性に応じた対応に注意が必要

### 航空機の機体に使用される主要な材料と特徴の比較

主要構造体の材料	アルミニウム合金	複合材
主要材料	<ul style="list-style-type: none"><li>超ジュラルミン(A2024)</li><li>超タジュラルミン(A7075)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>炭素繊維強化プラスチック(CFRP)</li></ul>
概要	<ul style="list-style-type: none"><li>アルミニウムを中心に銅、マグネシウム、マンガン、亜鉛等を含む合金</li><li>1930年代後半に超ジュラルミンはDC-3、超タジュラルミンは零式艦上戦闘機でそれぞれ初めて採用され、以後多くの航空機で主要部材として使用</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>糸状の炭素繊維を織り、樹脂を浸潤させたうえで硬化し製造される材料</li><li>加熱して硬化する「熱硬化性CFRP」と冷却して硬化する「熱可塑性CFRP」に大別され、航空機ではB787を契機に主に前者を主要構造部(一次構造)に採用</li></ul>
物性	<ul style="list-style-type: none"><li>非常に軽量で、高い引張強度と耐圧力性を誇る</li><li>ただし耐熱性や塩分・水分への耐食性は低い</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>異方性を持つ材料であり、繊維方向に強い剛性を発揮するため、一般的に複数方向に積層して使用</li><li>硬化後は塑性変形が困難で加工性が低い</li></ul>
航空機で使用される際の特徴	<ul style="list-style-type: none"><li>引張強度と耐圧力性が高いため、胴体は骨組みと厚さ1.5~2mm程度の外板で構成</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>強度を担保するため、機体全体を通じて20~30mm程度の厚みを持つ</li><li>電導性が低く被雷による空中分解を避けるため、機首から尾部にかけて複数の避雷針を内包</li></ul>
航空機火災発生時の特徴・留意点	<ul style="list-style-type: none"><li>耐熱性が低いため、航空機火災発生時においては断熱材や内装等の燃焼による熱で融解または著しく強度が低下する可能性</li><li>他方で機体外板の融解に伴い、機体内部への直接放水が可能となるケースも存在</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>炭素繊維自体は耐熱性が高いものの、樹脂は200~300°C程度で熱分解し強度が低下する可能性</li><li>火災・切断時の有毒ガス・粉塵、及び、切断面等によるリスクがあるため、呼吸器系・眼・皮膚の保護が必要</li><li>アルミ合金と比較して火災中においても形状を保ちやすいため、機体内部への直接放水が困難かつバックドロフトのリスクが高いとも指摘</li></ul>

## 4-1.航空機火災の特性

### (1)航空機の構造と燃料特性:燃料搭載量

- 航空機は同一の機種であっても国内線仕様、国際線仕様の違いにより燃料の搭載可能量や乗客数が大きく異なり、機種以外の相違点を外見から瞬時に見分けることは困難
- 加えて国内線運航の場合、燃料は離陸時であっても搭載可能量の半分以下となっているケースが多く、積載量の把握には空港・航空会社との綿密な情報共有が必要

#### 機種別仕様の例(座席数、航続距離、最大燃料搭載量・最大離陸重量等)

機種	B737-800 (国内線仕様)	B787-8 (国内線仕様)	B787-8 (国際線仕様)	B777-300 (国内線仕様)	B777-300ER (国際線仕様)
座席数	166席	335席	184席	514席	212席
航続距離	3,900km	4,890km	14,740km	3,800km	14,900km
最大燃料搭載量	26kL	126kL	126kL	171kL	181kL
最大離陸重量	71,000kg	172,900kg	227,900kg	234,000kg	348,800kg
搭載エンジン	CFM56-7B24 ×2基	Trent 1000-H ×2基	Trent 1000-C2/L2 ×2基	PW4090 ×2基	GE90-115BL ×2基
エンジン出力(1基)	10,890kg	26,300kg	31,660kg	40,910kg	52,160kg

## 4-1.航空機火災の特性

### (1)航空機の構造と燃料特性:燃料特性

- 航空機燃料は揮発性が高く、流出拡散しやすい特性があり、高温・広範囲な火災(pool fire)を生じやすいことが特徴
- 火災が発生していない場合でも、航空機から燃料が漏洩している場合は、その全表面を泡消火薬剤で被覆し、引火による火災を防止することが必要

#### 航空機燃料の特性と対応

項目	Jet A/Jet A-1	AVGAS(航空用ガソリン)
概要	<ul style="list-style-type: none"><li>灯油とほぼ同様の成分・特性を有する。</li><li>主な相違点は不純物や添加剤、要求される環境条件であり、これらの条件が市販の灯油と比較して厳しい。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>オクタン値は100程度であり、一般的なハイオクガソリンと同程度。</li><li>通常のガソリンとの相違点として、ノックング防止目的で鉛が添加されている。</li></ul>
対象機体	<ul style="list-style-type: none"><li>ターボジェットエンジン搭載機</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>ピストンエンジン搭載機</li></ul>
引火点・発火点	<ul style="list-style-type: none"><li>引火点:約38~43°C</li><li>発火点:約210~245°C ※常温でも可燃性蒸気を発生しやすい。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>引火点:約-40°C</li><li>発火点:約420°C ※常温でも可燃性蒸気を発生しやすい。</li></ul>
揮発性	<ul style="list-style-type: none"><li>灯油系で比較的揮発しにくく、常温では蒸気爆発の危険性は低いが、霧化(ミスト化)すると燃焼速度が非常に速くなる。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>高揮発性で、液面から容易に可燃性蒸気を放出するため、開放空間でも引火リスクが高い。</li></ul>
粘度と流動性	<ul style="list-style-type: none"><li>粘度が低く流出拡散が早いため、事故時には大面積火災(pool fire)を形成しやすい。</li><li>低温でも凍結しにくいよう添加剤(防水剤)が含まれる(特にJet A-1)。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>可燃性蒸気が滞留しやすく、爆発性蒸気火災や広範囲で爆発の危険性が高い。</li></ul>
炎の色、燃料速度	<ul style="list-style-type: none"><li>黄~橙色(煤煙が多い)、中程度</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>青白~橙色、高速で燃え広がる危険性が高い</li></ul>
燃焼時の有害性	<ul style="list-style-type: none"><li>不完全燃焼しやすく、蒸気の吸入や皮膚接触による健康被害(中毒、皮膚炎など)がある。</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>蒸気の吸入や皮膚接触による健康被害(中毒、皮膚炎など)がある。</li></ul>

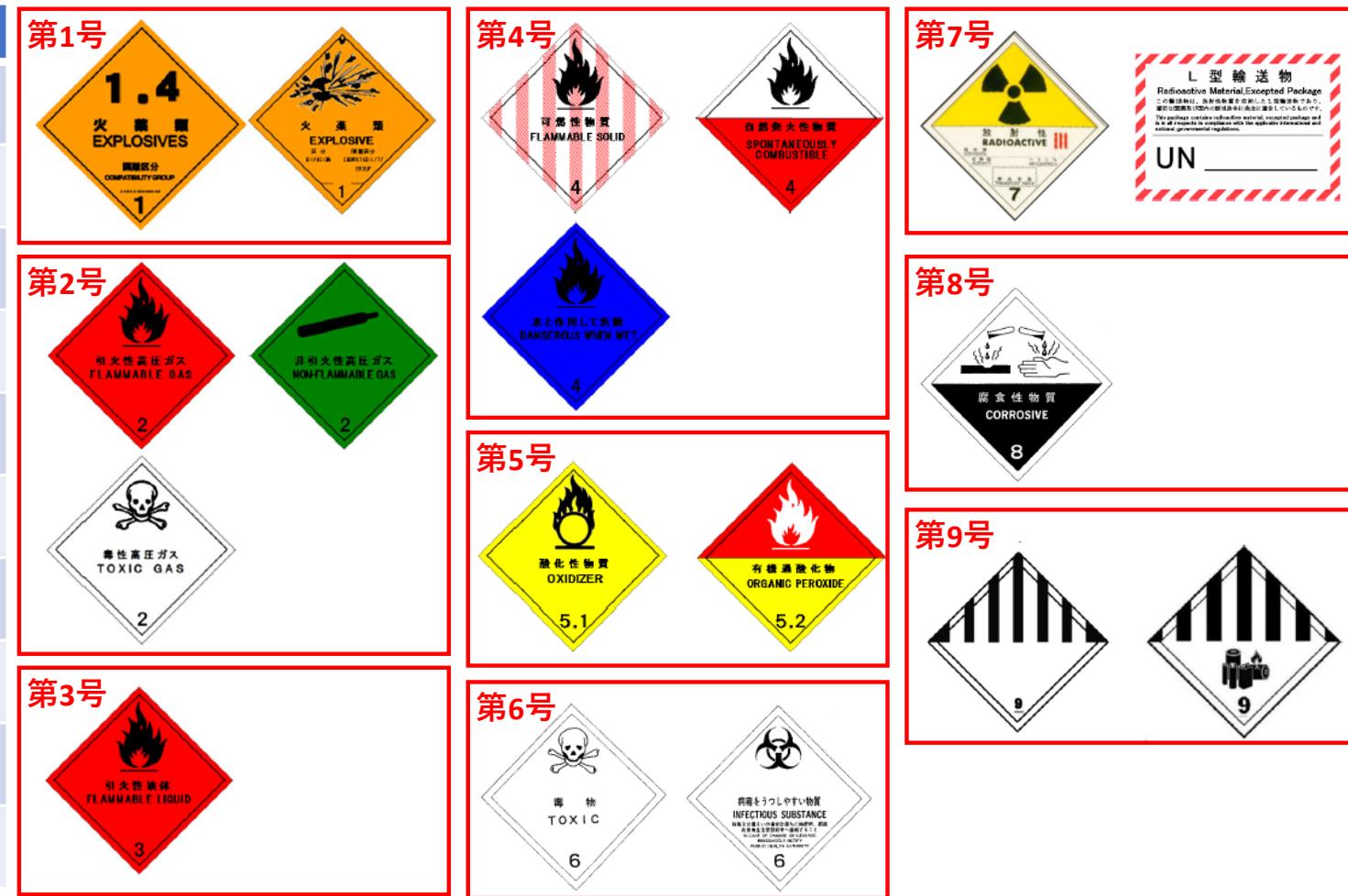
# 4-1.航空機火災の特性

## (1)航空機の構造と燃料特性:積載される危険物①

- 国際的な規則については、国連危険物輸送に関する勧告やIAEA規則を基にICAOが規則を制定
- 危険物を表すピクトグラムは対象の貨物に直接貼付されるが、航空コンテナに搭載されている場合、外見から危険物の有無を判別することは困難

### 輸送禁止物件及びピクトグラム

194条第1項	物件
第1号	火薬類
第2号	高圧ガス
第3号	引火性液体
第4号	可燃性物質類
第5号	酸化性物質類
第6号	毒物類
第7号	放射性物質等
第8号	腐食性物質
第9号	その他の有害物件
第10号	凶器



## 4-1.航空機火災の特性

### (1)航空機の構造と燃料特性:積載される危険物②

- B737や一部のA320等、航空貨物がばら積みで搭載されている機種においては、外見からの判別が可能な場合もある。

#### 一般的な包装物における表示

UN番号 及び輸送品名



荷送人の氏名及び住所

#### オーバーパック(混合包装)における表示



荷受人の氏名及び住所



外装容器の国連マーク

# 4-1.航空機火災の特性

## (1)航空機の構造と燃料特性:積載される危険物③

- 危険物を航空便にて輸送する際には、以下の「危険物申告書(DECLARATION)」と「機長への通知書(NOTOC, S/L通知書)」が必須
- 上記書類には輸送される危険物のUN番号(国連番号)や品名、放射性物質の有無、搭載されている貨物室の場所等が記載されており、機長または航空会社等からNOTOCを入手することで危険物の有無を把握可能

### 危険物申告書(DECLARATION)

#### 危険物申告書 Declaration

荷送人の氏名及び住所を正確に記載	Shipper	Air Waybill No. Page of Pages Shipper's Reference Number (optional)	Air Waybill番号を記載 総ページ数を記載
荷受け人の氏名及び住所を正確に記載	Consignee	出発地の空港あるいは都市名を記載する。	
包装物が「旅客機及び貨物機」なのか「貨物機のみ」であるかの別	目的地の空港あるいは都市名を記載		
UN番号を記載する。番号の前には必ず「UN」の文字付ける。	放射性物質であるか否かの別を記載		
正確な輸送品名を記載	少量危険物あるいは特別規定が適用されている場合は該当する番号を記載		
包装物の分類又は区分番号を記載	取扱上の注意事項(緊急時における対処方法等)及び連絡先を記載		
包装等級がある場合は該当する等級を記載	当該書類に署名する人の氏名及び役職を記載		
包装物の個数と容器の種類及び各輸送物の内容量等 (包装物や梱包状態により記載方法は異なる。)	当該書類に署名する場所及び年月日を記載		
包装基準番号を記載	荷送人の署名		

### 機長への通告書(NOTOC、S/L通知書)

#### SPECIAL LOAD-NOTIFICATION TO PILOT-IN-COMMAND (S/L FORM)

FLIGHT NO./DAY MONTH	AIRCRAFT REG NO.	STATION OF LOADING	PREPARED BY (NAME/FUNCTION)
JL6012/01APR	JA8180	NRT	THIGASHI / NRTEF TEL NO. 81-476-34-3308
Prepare this form in duplicate. Distribution: (C) - P.I.C. (D) - Origin FF Notify FLIGHT OPERATION of the necessary items of the contents in advance.			
DANGEROUS GOODS			
STN OR U/L	AWB NO.	PROPER SHIPPING NAME OF ARTICLE	CLASS OR DIV.
JFK	131-87270002	METAL POWDER, FLAMMABLE, N.O.S.	4.1
JFK	131-51449651	CORROSIVE LIQUID, FLAMMABLE, N.O.S.	8
		UN3089	40
		UN2920	20
			25K
			0.5L
			II
			RFS
			X
			P6P0245JL
			13L
			ROX
			P1P8012JL
			F1
品名			
国連番号			
The above packages (not utilized) and unit load devices were inspected and found free from visible leaks or damage.			
State exemption, if any.			

LIVE ANIMALS(AVI)					
STN OR U/L	AWB NO.	CONTENTS	NO. OF PCKGS.	QTY	LOADED

LOAD MASTER'S SIGNATURE	FLIGHT OPERATION	P.I.C. & SIGNATURE
<i>a. nishi</i>	K. MINAMI	<i>s. zuia</i>
In case of reconsignment one set, blanket signature for NO. through NO. _____		

\* 1 : For new, "N/A" (Not Applicable) must be shown.

\* 2 : Mark with "X" for the article bearing CAO label.

CODE	MEANING	CODE	MEANING
PCX	EXPLOSIVE	NIS	INFECTIONOUS SUBSTANCE
PCY	DIVISION 1.3 EXPLOSIVE	RDW	RADIOACTIVE MATERIAL
PCZ	DIVISION 1.4 EXPLOSIVE	RCG	CATEGORY I - WHITE
PCG	COMPATIBILITY GROUP	RCW	CATEGORY II - YELLOW
PCD	FLAMMABLE GAS	RHD	RADIOACTIVE MATERIAL
PCB	NON-FLAMMABLE GAS	RCL	CATEGORY III - RED
PCM	CRYOGENIC LIQUID	RRC	RADIOACTIVE MATERIAL
PCP	TOXIC GAS	RFL	CATEGORY IV - BLACK
PCF	FLAMMABLE LIQUID	RFS	CORROSIVE
PCG	FLAMMABLE SOLID	RWD	MISCELLANEOUS DANGEROUS GOODS
PCR	SPONTANEOUSLY COMBUSTIBLE	RSC	MAGNETIZED MATERIAL
PCW	DANGEROUS WHEN WET	RDX	ICE
PCX	OXIDIZER	ROP	POLYMERIC BEADS
PCB	ORGANIC PEROXIDE	RPS	TOXIC SUBSTANCE

TS-LD050 (APR/2004)

ロードマスターのサイン

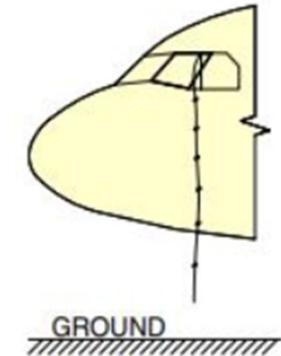
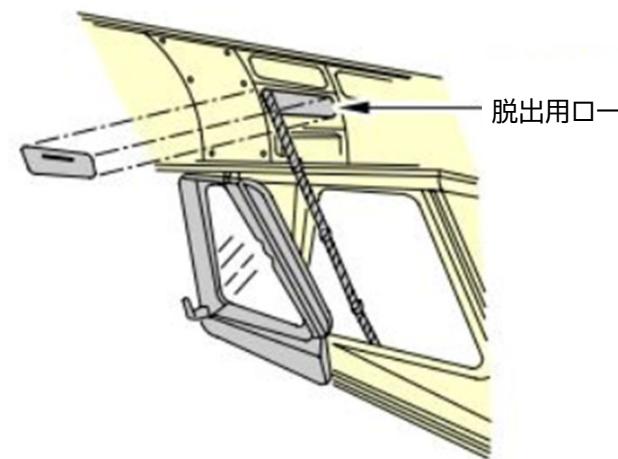
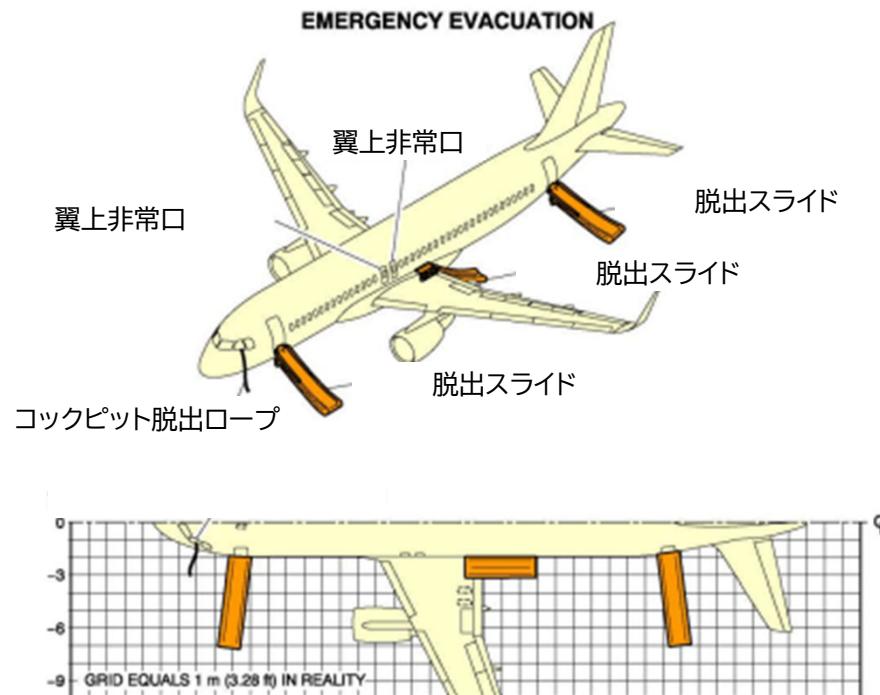
機長のサイン

## 4-1.航空機火災の特性

### (1)航空機の構造と燃料特性:航空機の脱出装置

- 緊急事態発生時における航空機からの脱出は、主に各非常口に設置されている脱出用シューターを使用
  - 機体の設計及び型式証明取得時には90秒以内に全員が脱出可能であることを実際に示す必要があり、実機を用いた試験で証明
  - 脱出用シューターは胴体の左右に複数個所設置されている。(CFRP製の主翼を装備している航空機においては主翼上には配置されていない。)
  - パイロットは乗員乗客全員の脱出確認を終えた後、最後に機体から脱出するため、コックピットには別途脱出用のロープ及び脱出口を装備
- ※脱出口については機種によって窓を兼ねている場合や、機体上部に別途設けられる場合がある。

#### 脱出用シューター及びコックピット脱出用ロープ展開例(A320)



## 4-1.航空機火災の特性

### (1)航空機の構造と燃料特性:その他の設備

- 機内の緊急事態発生に備え、酸素ボンベや医療用キット、消火器等の装備品を備える。
- 酸素ボンベについては、緊急事態発生時に各座席上から展開される酸素供給系統向けに加え、客席数に応じた追加の補助酸素ボンベとして装備

#### その他装備品の概要

装備	概要	参考画像
酸素ボンベ (補助ボンベ)	<ul style="list-style-type: none"><li>補助ボンベはコックピット及び緊急時の補助用途で客室内に装備</li><li>機内減圧時に展開される通常の酸素供給系統は化学反応により酸素を生成するものとして客室上部に格納</li></ul>	
消火器	<ul style="list-style-type: none"><li>サーキュラー※に則り、航空機ではコックピット及び各ギャレーに携帯用消火器を装備</li><li>加えて座席数に応じて客室内にも最低2個以上の携帯用消火器の装備が義務化</li><li>なお、携帯用消火器の内少なくとも2個及び客室内に設置された携帯用消火器のうち、少なくとも1個はハロン1211又はそれと同等なものを消火剤とする必要</li></ul>	
医療用キット	<ul style="list-style-type: none"><li>航空法施行規則に基づき、機内での急病人発生に備え客室内に装備</li><li>心肺蘇生に必要なAED等に加えて、医師が使用することを想定した医薬品・医療機器や、OTC薬も常備</li></ul>	

※ 航空法その他関連法令に基づき発行された通達等

## 4-1.航空機火災の特性

### <参考>乗客のモバイルバッテリーの取扱い

- 航空機内で複数回発生した発火事故を受け、各国ではリチウムイオンを使用したモバイルバッテリーに関する機内持ち込みルールを厳格化
- 加えて、各航空会社は発煙・発火時の対処方針マニュアルを整備し、客室乗務員向けに訓練を実施

### 航空機におけるモバイルバッテリーの取り扱いについての義務・要請事項

航空法第86条に基づく乗客の義務事項	乗客への協力要請事項
<ul style="list-style-type: none"><li>受託手荷物としての預け入れは禁止され、機内への持ち込みが必須</li><li>バッテリーパックについては絶縁テープやケース、収納袋を活用し、短絡を防止</li><li>定格容量160Whを超えるものは航空機への持ち込みが禁止</li><li>定格容量100Wh～160Whの物については一人当たり2個まで持ち込み可</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>座席上の収納棚への収納は行わず、乗客の手元で保管</li><li>モバイルバッテリーからの充電または機内電源からのモバイルバッテリーへの充電については、常に状態が確認できる場所で実施</li></ul>

- 異常発熱した電気機器を発火や破裂から守るために、全日本空輸株式会社では菊池シート工業株式会社・TOPPAN株式会社と共同でFire Resistant Bagを開発
- 2024年4月より同社の機材に搭載するとともに、2025年1月より販売開始



## 4-1.航空機火災の特性

### (2)航空機火災の特性:火災の特徴

- 航空機は大量の引火性液体燃料を搭載しており、これらに着火した場合、急激に火災が拡大する危険性
- 着陸時や国内線運航便の離陸時であれば通常機内の搭載燃料は10%～50%程度となるケースも多いが、特に長距離国際線の離陸時においては満載に近い状態も多く、延焼拡大といった危険性も大きい。
- 一般的な金属製の機体は機体自体は燃えにくいものの、耐熱性が低いため、断熱材や内装、または機体外部の燃焼熱により機体が融解するリスクが存在

### 金属製機体の損傷状況



## 4-1.航空機火災の特性

### (2)航空機火災の特性:CFRP製の航空機火災の特徴

- CFRP製の航空機の場合、消火・救助の際には以下の点に注意が必要である。
  - CFRPを切断または燃焼すると、目に見えないほど微細な炭素繊維の粉塵が空気中に飛散し、肺線維症(じん肺)などの深刻な呼吸器系疾患を引き起こす危険性があること、また、CFRPを構成する樹脂などが燃焼すると、一酸化炭素やシアノ化水素といった猛毒ガスが発生する危険性があること(防じんマスクや呼吸用保護具による呼吸器系の保護が必要)
  - 飛散した破片や粉塵が眼に入ると、角膜を傷つけたり、結膜炎を引き起こしたりする危険性があること(ゴーグルやフェイスシールド等の着用による眼の保護が必要)
  - CFRPの端面や破片は鋭利であるため、切り傷(裂傷)の危険性があること、また、微細な炭素繊維の破片はガラス繊維と同様に皮膚に突き刺さることがあり、刺傷(スプリンター)の危険性があること(長袖・長ズボンの防護服(タイベックなどの粉塵が透過しにくい素材)や手袋の着用による皮膚の保護が必要)
  - 炭素繊維の導電性により、飛散した繊維が機体の損傷した電気系統や空港周辺の送電線などに接触すると、感電やショートによる火災等の二次災害を引き起こす危険性があること
  - 機体形状が残っている状態でも、樹脂が焼損したことにより強度が大幅に低下している場合があること
  - 機体形状が崩壊しにくいことにより、外板が融解する金属製の機体と比較してバックドロフトの危険性も高いこと
- 最終的には樹脂部が燃焼し原型を留めないケースも存在するが、炭素繊維自体は耐熱性が高く燃焼しにくいため、周辺部が燃焼している状態でも一定の間外形を保つと考えられる。

### CFRP製機体の焼損状況(A350)



## 4-1.航空機火災の特性

### (3)地上への衝突形態による火災特性:衝突角度による被害の違い等

#### <地上への衝突事故による被害(例)>

- 垂直角度に近い姿勢で地上に激突した場合は、ほとんど瞬時に爆発又は、急激に燃焼拡大するが、火面はほぼ激突部周辺に限定される。
  - 機体主要部は激突位置付近で粉碎し、主翼、尾翼、方向舵、扉等は破壊され、30~500メートル(状況によっては、1キロメートル以上)四方に破片となって飛散する。
- 急角度で地上に激突した場合は、ほとんど瞬時に爆発又は急激に燃焼拡大し、火面は進行方向に帯状となるが、ときには大火面(2~3か所)、小火面(20~30か所)に分散することがある。
  - 機体の破片は進行方向に多数飛散する。
- ゆるい角度で地上に激突した場合は、胴体は折れ、主翼はちぎれ、尾翼及び胴体後部は300~800メートル前方に飛散し、火面は瞬時にして大きな帯状となる。

#### <緊急着陸に向けた燃料投棄>

- 緊急事態の発生から着陸まで一定の猶予が存在する場合(例:推進系及び操縦系統以外の故障等)においては、可能な限り安全に着陸することを目的に燃料を投棄する場合もある。
- 基本的に両翼端に燃料投棄機構が備わっているが、当該機構が備わっていない航空機については上空で旋回しながら燃料を消費する場合もある。
- なお緊急事態発生時には通常航空管制官から当該便のパイロットへ乗客乗員数(Soul on Board)及び残燃料(Remaining Fuel)を照会するため、着陸時の乗員乗客数及び大まかな燃料残量は把握が可能