



日本航空 · B737



大韓航空 · A300 - 600



新加坡航空 · A380



夢幻運輸機



紐西蘭航空 (Freedom Air) · A320



大陸航空 · B737 - 800

太平洋航空 · B747



斯塔地那維亞航空 · A340 - 300

英國航空 · B747



法國航空 · 超音速客機

# 飛機如何飛上天？

——從機場發現 **50** 個航空新常識

秋本俊二◎著

吳佩俞◎譯



晨星出版

## 叢書序

# WOW！知的狂潮

廿一世紀，網路知識充斥，知識來源十分開放，只要花十秒鐘鍵入關鍵字，就能搜尋到上百條相關網頁或知識。但是，唾手可得的網路知識可靠嗎？我們能信任它嗎？

因為無法全然信任網路知識，我們興起探索「真知識」的想法，亟欲出版「專家學者」的研究知識，有別於「眾口鑠金」的口傳知識；出版具「科學根據」的知識，有別於「傳抄轉載」的網路知識。

因此，「知的！」系列誕生了。

「知的！」系列裡，有專家學者的畢生研究、有讓人驚嘆連連的科學知識、有貼近生活的妙用知識、有嘖嘖稱奇的不可思議。我們以最深入、生動的文筆，搭配圖片，讓科學變得很有趣，很容易親近，讓讀者讀完每一則知識，都會深深發出WOW！的讚嘆聲。

究竟「知的！」系列有什麼知識寶庫值得一一收藏呢？

【WOW！最精準】：專家學者多年研究的知識，夠精準吧！儘管暢快閱讀，不必擔心讀錯或記錯了。

【WOW！最省時】：上百條的網路知識，看到眼花還找不到一條可用的知識。在「知的！」系列裡，做了最有系統的歸納整理，只要閱讀相關主題，就能找到可信可用的知識。

【WOW！最完整】：囊括自然類（包含植物、動物、環保、生態）；科學類（宇宙、生物、雜學、天文）；數理類（數學、化學、物理）；藝術人文（繪畫、文學）等類別，只要是生活遇得到的相關知識，「知的！」系列都找得到。

【WOW！最驚嘆】：世界多奇妙，「知的！」系列給你最驚奇和驚嘆的知識。只要閱讀「知的！」系列，就能「識天知日，發現新知識、新觀念」，還能讓你享受驚呼WOW！的閱讀新樂趣。

知識並非死板僵化的冷硬文字，它應該是活潑有趣的，只要開始讀「知的！」系列，就會知道，原來科學知識也能這麼好玩！



# CONTENTS



叢書序 知的狂潮 .....	002
作者序 發現機場裡的有趣常識 .....	004

## 第一章 | 機體的常識

01 飛機如何飛上天？ .....	010
02 客機飛行時會拍動翅膀嗎？ .....	014
03 襟翼與擾流板的作用為何？ .....	018
04 機翼的燈誌為何是左紅右綠？ .....	022
05 主翼上的小翅膀有什麼功用？ .....	026
06 飛機的油箱在哪裡？ .....	030
07 客機也會遇到雷擊嗎？ .....	034
08 客機如何煞車？ .....	038
09 客機的引擎如何運轉？ .....	042
10 客機的輪胎有什麼不一樣？ .....	046
11 空中巴士A380有什麼優點？ .....	050
12 什麼是波音787的革新素材？ .....	054
13 新型超音速客機何時問世？ .....	058
<b>Column</b> 解決時差問題的好方法 .....	062

## 第二章 | 飛行的常識

14 客機的飛行速度有多快？ .....	064
15 為何客機要繞遠路到目的地？ .....	068
16 哪裡是客機的禁入區域？ .....	072
17 飛往歐洲的航班需要50小時？ .....	076



- 18 為什麼搭機不能打手機？…………… 080
- 19 起飛與降落何者比較危險？…………… 084
- 20 為什麼飛機不會迷路？…………… 088
- 21 飛機雲是如何形成的？…………… 092
- 22 什麼時刻才是出發的時間？…………… 094
- Column** 海外旅行時的最佳情報來源…………… 096

### 第三章 | 機艙的常識

- 23 為什麼飛機升空耳朵會疼痛？…………… 097
- 24 客機裡的廁所那裡不一樣？…………… 098
- 25 什麼是機門模式？…………… 102
- 26 座位的桌子是傾斜的嗎？…………… 106
- 27 飛機餐是如何烹調出來的？…………… 110
- 28 客機的窗戶為何這麼小？…………… 114
- 29 為何只從左側機門上下飛機？…………… 118
- 30 機艙的配置是如何決定的？…………… 122
- 31 降落時為何將機內燈光調暗？…………… 126
- 32 機艙地板下是什麼構造？…………… 130
- Column** 該選擇窗邊還是通道旁的座位呢？…………… 134





## 第四章 | 駕駛艙的常識

33 如何啓動飛機的引擎？	136
34 飛機起飛時的速度有多快？	140
35 什麼是映式駕駛艙？	144
36 什麼是抬頭顯示器？	148
37 飛機如何改變飛行方位？	152
38 自動駕駛的功用是什麼？	156
39 如何成為航空公司的機師？	160
40 駕駛艙的窗戶是開著的嗎？	164
41 正、副機長的餐點不一樣？	166
<b>Column</b> 頭等艙的最佳服務	168

## 第五章 | 機場與維修的常識

42 為什麼客機需要車子來推動？	170
43 誰來指揮客機行進？	174
44 為什麼機場跑道上數字？	178
45 建造海上機場的好處？	182
46 如何處理機翼上的積雪？	186
47 機場也有生物辨識技術？	190
48 客機如何進行維修保養？	194
49 如何成為客機的維護人員？	198
50 誰來管制空中交通秩序？	202

# 第一章 機體的常識



客機為何能夠翱翔於天空當中？主翼的襟翼與擾流板的作用是什麼？

若是近距離地仔細觀察客機，想要一探究竟的各種疑問就會陸陸續續浮現腦海。在本章，從飛機的機身構造到噴射引擎結構，甚至是新登場的空中巴士與波音公司的最新強力機種，以及有關機體的各種常識我們都會一一詳細介紹。

# 01 飛機如何飛上天？



「那麼一大團鐵塊居然可以飛上天空，真是太不可思議了！」到現在為止，我已經遇到很多人都跟我這麼說。不過，事實真是如此嗎？其實，上面這個說法包含了二個不正確的誤解。

第一，飛機可絕對不是什麼「一大團鐵塊」之類的東西。

第二，飛行本身並沒有任何不可思議之處，飛機飛不起來才真的叫做不可思議。

現在，我們就先從第一個錯誤開始看起。

## 飛機構造有如貼上輕薄鋁片的燈籠

若是真的使用「一大團鐵塊」來製造飛機，想必完成後的飛機一定非常堅固剛硬，而且也不會輕易被弄壞。但是這樣的飛機重量必然會過重，根本就無法起飛且持續停留在天空當中。所以「輕量化」就是設計飛機時的關鍵重點之一。

為了讓飛機輕量化，所以在機體材料方面便特別使用了「鋁合金」這種材質。

這種飛機用鋁合金一般被稱為「杜拉鋁（duralumin）」，是由鋁、銅、鎂、錳等物質混合後製成的。其特色就在於重量比鐵還要輕，而且性質強韌、堅固，是一種非常適合作為飛機材料的合金。

因為包覆於客機機體蒙皮（skin）的鋁合金厚度大約只有

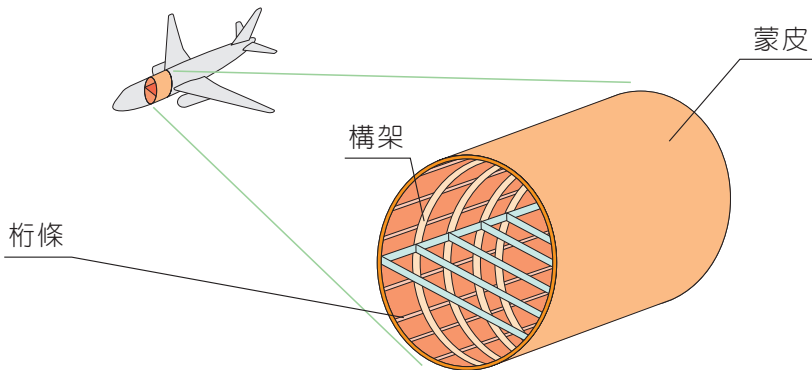
1~2公釐，所以為了讓使用這種輕薄材料的機體強度能夠達到最大極限，於是飛機機體便被設計為組合了堅固構架（frame）與桁條（stringer）的「半單殼式結構」（semi monocoque construction）。

也就是說，客機其實並不是什麼金屬團塊，而是一種骨架上貼附著輕薄鋁片的燈籠式構造。同時，在會產生高溫與壓力的引擎內部，也使用了鎂合金、鈦合金、鎳合金等材料。

隨著近年來的技術開發不斷進步，現在也出現了被稱為「複合材料」的新式素材。這種複合材料是由纖維材料與塑化製品所組合而成，並被用來取代舊有的鋁合金材料。複合材料因為擁有優異的彈性與耐久度，所以多使用於被稱為高科技飛機的波音777等機型的起落架（landing gear）部分，以及飛機機翼當中的襟翼（flap）、水平、垂直等尾翼部位。

## 利用半單殼式結構製造而成的客機機體

為了讓輕薄材料的強度發揮到最大極限，所以客機機體被設計為組合了堅固構架與桁條的「半單殼式結構」。



## 350 噸機體飛上天空的不可思議

說到這裡，大家應該都已經了解，為了盡可能地減輕飛機的整體重量以及提升強度，客機會在製造時使用鋁合金與複合材料等物質。

但即便如此，每架飛機的機體重量還是非常驚人，像是被稱為「巨無霸機（jumbo Jet）」的波音747客機，在裝滿乘客、貨物、燃料的狀態下，飛機總重量竟高達350噸，可是這350噸重的機體還是能在天空當中靈活飛翔，難怪有些人會感到嘖嘖稱奇、不可置信。

不過，我們如果再仔細地思考看看，就會發現從理論上看來，飛機飛不起來才是不可思議的事情。

雖然有好幾個方法都能夠驗證這個道理，但這裡還是用我開始學習航空工程時，教授最初教我的方法來加以證明。

### 利用湯匙實驗來驗證升力

首先，準備一隻湯匙。不論是攪拌咖啡或是食用咖哩飯的湯匙都可以，然後走到浴室或是廚房扭開水龍頭，讓水龍頭裡的水流瀉而出。

接著如同右頁圖片所展示的，將食指與拇指輕輕夾住湯匙柄的前端使其向下垂掛，然後讓湯匙背面的圓弧面靠近正在流動的水，當湯匙的圓弧部分靠近水流的瞬間，是否發生了什麼事呢？大家應該有發現湯匙被流水給吸過去了吧！如果再將水龍頭轉到底，讓水量變大，湯匙就會被水流更為強力地吸引過去。

如果我們從正側面來觀察湯匙的形狀，就能夠理解飛機主翼上之所以會產生「升力」的原因。事實上，飛機主翼上方圓弧突

起部分的斷面，與從側面看到的湯匙形狀是非常相似的。

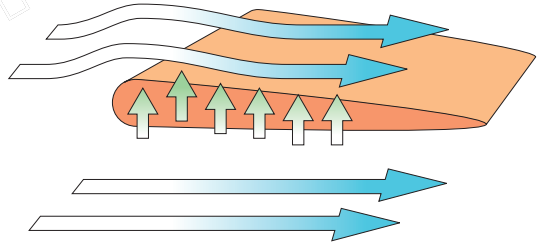
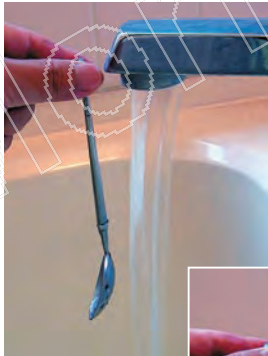
現在，請大家將水管流出的水當作是空氣。當空氣以高速流過機翼的上方時，就會產生被稱為「負壓」的空氣壓力差，而這正是將機體向上推起的升力。

巨無霸機的主翼面積約為583平方公尺，大概是可同時容納兩個網球場那般的大小。當噴射引擎的力量使機體往前行進時，高達300公里的時速也會讓空氣迅速流過翼面，進而促使總重量350噸的機體輕輕鬆鬆、不可思議地飛上天空。

這個在家裡也可以簡單進行的湯匙實驗，請大家務必親自嘗試進行看看。

## 空氣的流動與升力

如果讓快速流動的空氣從機翼上方流過，就會產生被稱為「負壓」的空氣壓力差，並且成為舉起機體的升力。



從側面觀看湯匙的話，其形狀與機翼的斷面非常相似。所以利用湯匙實驗就能確實感受到升力的存在。

## 02 客機飛行時會拍動翅膀嗎？



「欸，你看！這架飛機正在拍動翅膀呢！」

坐在經濟艙中間區域，約在主翼略為後方窗邊的小男孩這麼叫喊著。聽到孩子這麼說的媽媽似乎非常在意周圍眾人的眼光，趕緊回答道，「飛機又不是鳥，不會拍動翅膀啦！」

不過，對於這個小男孩來說，其實客機看起來應該就像是在拍動翅膀吧！因為當飛機通過氣流不穩定的區域時，主翼隨之搖晃而上下彎曲的情況是很常見的。

那麼，我們現在就來仔細觀察客機主翼的構造吧！

### 主翼設計重點在「順風彎折的柔軟度」

客機的主翼是由翼樑（spar）、翼肋（ribs）、蒙皮（skin）等部分所組合而成的。主翼上會有數根翼樑順著翼幅的方向（從翼根沿至翼端方向）延伸而出，並且還裝設了與其呈直角交錯的翼肋。在有如日式拉門格子般的骨架上方與下方，都以日式拉門貼附著紙張的方式裝設了飛機的蒙皮。

主翼的功用就在於產生可讓客機飛上天空且持續停留的升力，但飛行中卻可能出現主翼朝往上方彎曲，機身部分因為重力作用反而被拉往地面的情況，所以若是主翼的構造不能具備足夠的柔軟性，機翼就有在空中瞬間啪地折損而斷裂的危險性。

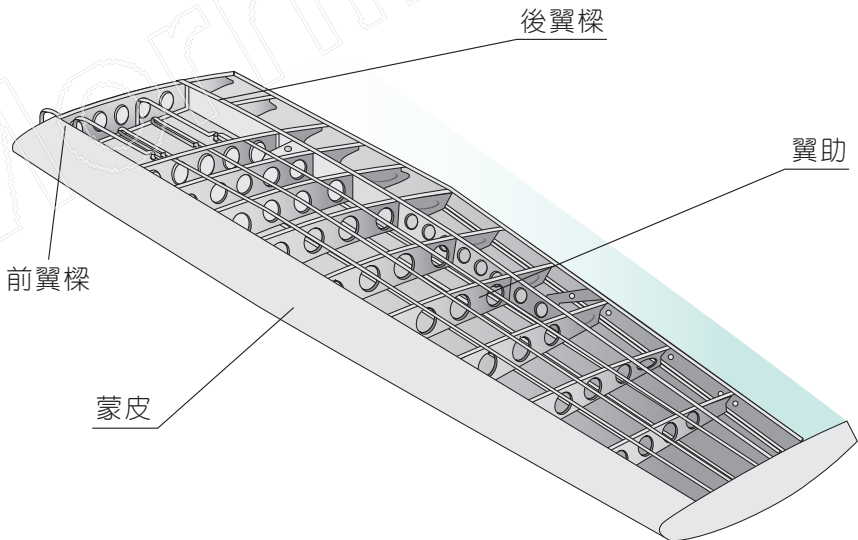
因此，除了強度之外，主翼設計最重要的關鍵就是這個「順

風彎折的柔軟度」了。所以在飛機通過空中氣流不穩定的區域時，會出現如此上下劇烈擺動的情況自然也就不足為奇。也因為上面這個原因，機翼才會設計成為這樣子的組成構造，而且這種方式還能分散翼根部分所承載的力量，進而降低機身（客艙）的搖晃程度，並且提升旅客搭乘飛機時的舒適感。

事實上，我自己也曾多次近距離目擊飛行中的主翼上下晃動達5公尺左右。正因為如此，文章開頭所介紹的小男孩才會覺得這看起來「就像是鳥類在拍動翅膀」吧！

## 客機主翼的構造

客機主翼是由翼樑、翼肋、蒙皮等部分所構築而成的。



## 模仿鳥類的天才——達文西

此外，從前也有不少試圖模仿鳥類飛翔在天空中的發明家與冒險家。那是在飛機尚未問世的時候，也是非常遙遠的古老年代。許許多多夢想著如同鳥類一般飛進蔚藍天空的先驅者們，都是從模仿禽鳥飛行動作中最為醒目的「展翅拍擊運動」，開始研究如何製造飛機的。

### 客機的主翼擁有優異的柔軟度

飛行中的主翼下上晃動可達5公尺左右。看起來「就像是鳥類在拍動翅膀」。



帶領歐洲文藝復興風潮的天才科學家——李奧納多·達文西，也是上述冒險家的其中一人。

他試圖用科學來解釋鳥類振翅拍動的構成與原理。達文西認為「鳥類之所以能夠飛翔，就在於牠們的翅膀可如同划動船槳那般地動作」。而且，他還以老鷹為對象，仔細觀察翅膀的動作，並且畫成素描圖畫，藉此分析拍動翅膀時會運用到的肌肉與骨骼構造。此時，剛好也是這位偉大藝術家正在進行「蒙娜麗莎」畫作的期間。之後，在西元1490年，達文西以其獨特的理論設計完成了人類史上的首架飛航機械——「撲翼飛機（ornithopter）」。

## 藉由大大展開翅膀的動作來受風

達文西所展現出來的創造性與研究熱誠，實在令人大為折服。但如果仔細看看目前現存的撲翼飛機設計圖面，卻會發現這個機械根本很難飛上天空。

因為，天才達文西的實驗焦點只放在鳥類振翅起飛的運動上，根本沒有注意到翅膀還有著「引發升力」的另一個功用。像達文西這樣的天才，應該會很清楚飛行的真正重點，是在於鳥類藉由大大展開翅膀來受風，才能飛上天空翱翔的。

可是，只要一想到至今從未出現過撲翼飛機曾實際製作完成的紀錄，就可以推測達文西本人應該最清楚，若是按照圖面進行製作，根本無法獲得飛行時的必要升力！從這一點看來，達文西真可說是最大的罪人了！因為那些繼承天才志向的先鋒們，之後仍對「振翅飛行」這部分的研究持續了好長一段時間，甚至花了兩百年以上的歲月才發現這是個毫無結果、毫無意義的挑戰。