

ネズ爺 & ハテナンの

# 特許 探偵団

DETECTIVE TEAM OF PATENT



英国人氣質は事故の  
原因究明にも表れますね。

## Vol.28 与圧キャビン用窓～英国人の発明（番外編）



ハテナン

ハ：あれ？ 前回で、英国人の発明シリーズは終わりじゃなかったんですか？

爺：説明しているうちに、どうしても、もう一つ紹介しておきたい英国人の技術開発に関するエピソードを思い出したんじゃ。

ハ：ん？ この公報の図面は、鏡？ ……じゃない、旅客機の窓ですか。

爺：そう、与圧した客室の窓じゃ。

ハ：なんの変哲もない楕円形の窓ですけど、どこに発明があるんだろう。

爺：キーワードは金属疲労じゃよ。



### PATENT SPECIFICATION 606,826

Application Date: Jan. 19, 1946. No. 1880/46.  
Complete Specification Left: Dec. 30, 1946.  
Complete Specification Accepted: Aug. 20, 1948.

Index at acceptance:—Classes 4, E; 20(III), B1j(1q: 2); and 123(f), E(1x: 3b1).

#### PROVISIONAL SPECIFICATION

#### Improvements relating to Pressure Cabins

We, VICKERS-ARMSTRONGS LIMITED, of Vickers House, Broadway, Westminster, London, S.W.1, a British Company, and Basil Stephenson, of Weybridge Works, Weybridge, Surrey, a British

hereby declare the nature of the invention to be as follows:—

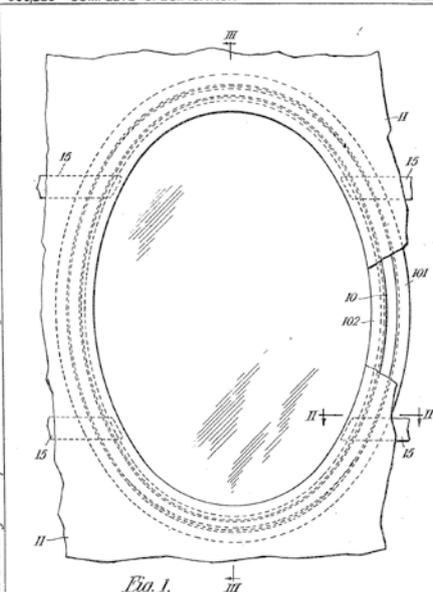
The provision of openings in a pressurized cabin, to which air pressure may vary by 8 lbs./sq. inch in excess of atmospheric pressure, imparts an inherent weakness to the cabin shell and stiffens the door or the like at the expense of increase in weight, more particularly the casing of the opening is of the conventional shape.

The present invention is a problem of providing an arrangement of door and window in which the shape will be such that the additional stress requisite to compensate weakness will be reduced to a minimum.

In a pressure cabin shell of this nature, in accordance with the practice, it can be shown that the circumferential stresses in the plating of the door or like opening are very similar to those in the shell, the invention consists in the shape of an ellipse of which the major axis is determined by the ratio  $\frac{A^2}{B^2}$ , where A is the major axis, B the length of the minor axis, C the circumferential

#### 606826 COMPLETE SPECIFICATION

3 SHEETS SHEET 1



[This Drawing is a reproduction of the Original on a reduced scale.]

変形を繰り返すと、金属は破断する。



ネズ爺

### 今回の特許公報： 与圧キャビンに関する改良

英国特許第 606,826 号  
発明の名称：Improvements relating to Pressure Cabins  
権利者：Vickers-Armstrongs, LTD  
発明者：Basil Stephenson  
出願日：1946年01月19日  
登録日：1948年08月20日

## 1. 世界初のジェット旅客機「コメット」

爺：ハテニヤン、前回の木製飛行機を造った会社を覚えておるか？

ハ：え〜っと！ デハビランド社(De Havilland)でしたっけ。木製技術を磨き上げて、木製の傑作機、モスキート爆撃機を造ったのでしたね。

爺：そうじゃ。そして、このデハビランド社は、世界初のジェット旅客機を造ったメーカーでもあるんじゃ。

ハ：へー！ 乗りに乗ってる会社ですニヤ〜。

爺：ブリストル社 (Bristol)、エアスピード社 (Airspeed)、ハンドレページ社 (Handley Page)、ビッカースアームストロング社 (Vickers Armstrong) など、英国には数多くの航空機製造会社があったが、当時、もっとも新技術開発に意欲的だったのが、同社だったんじゃ。

ハ：最先端の軍用機に使うジェットエンジンを民間機の動力に利用したわけですよ。斬新だニヤ〜。

爺：彼らが造った世界初のジェット旅客機が、次のDH104 コメット旅客機じゃ。1949年に初飛行しておる。



出典：『DE HAVILLAND COMET』Paladwr Press

ハ：おお！ 全身、銀色で美しい機体ですね。……あれ？ この表面の質感、金属製の機体なんですか？

爺：そうじゃ。彼らは、お家芸の木製技術を捨てて、金属製飛行機を造ったんじゃ。

ハ：彼らにとっては、大きな決断ですね。やはり木製の大型機を造ることは難しいのかニヤ？

爺：そうじゃな。デハビランド社は、モスキート爆撃機の前に、木製の中型旅客機のDH91アルバトロス旅客機<sup>\*1</sup>を造っておる。が、7機造られた機体のうちのほとんどが運行時の破損でリタイアしておる。

ハ：旅客機は、軍用機と異なり、安全第一ですからね。

爺：加えて、このコメット旅客機は、空気抵抗の少ない高空を飛ぶように設計されたため、キャビンの与圧に耐える強度が必要だったのじゃ。

ハ：与圧の圧力ぐらいたいたことないじゃないですか？

爺：喝っ〜！ 同機の巡航高度は1万2000mじゃ。

ハ：す、すみません。でも、1万2000mってそんなにすごいことですか？

爺：当時、ダグラス社(Dougllass)、ロッキード社(Lockheed)といった米国メーカーはレシプロ旅客機の競争開発をしていたのじゃ。みな6000～7000mの巡航高度だったのじゃよ。コメット旅客機の機内外の圧力差は格段に大きいじゃ<sup>\*2</sup>。

ハ：コンプレッサーを積んだジェットエンジンだからこそ、より空気が薄く、空気抵抗の少ない高空を飛ぶことができたのですね。

爺：そうじゃ。機体の大型化と与圧キャビンのため、金属構造へのシフトは必然だったのじゃよ。

ハ：そういえば、米国がプロペラ式の旅客機にとどまっていたのは、どうしてなのでしょう。ジェットエンジンが間に合わなかったのかニヤ？

爺：ボーイング社(Boeing)では1947年に大型のジェット爆撃機であるB-47<sup>\*3</sup>が初飛行しておる。

ハ：技術の問題ではなく、経営戦略の問題ですか？

爺：お主、いいところに気が付いたノウ。英国政府は、終戦前から官民を挙げて戦後の民間輸送機の在り方を、「ブラバゾン委員会」という名の検討会を開催して、秘密裏に検討していたのじゃ。

ハ：確かに、戦争中の異常な軍用機ニーズが戦後もずっと続くことはないですからね。英国政府、やるなあ。

爺：コメット旅客機は同委員会の計画の一機であったのじゃよ。開発は成功し、英国海外航空(BOAC)は、早くも1952年には同機で東京まで運行するルートを確認したんじゃ<sup>\*4</sup>。

ハ：へ〜！



出典：前出

### COMMENTS

- \*1) 1938年に初飛行した、乗客22人程度の木製旅客機である。4発のレシプロエンジンを搭載した機体は流れるフォルムを持っていた。
- \*2) ダグラスDC-7C、ロッキードL-1049の巡航高度はそれぞれ6600m(0.44気圧)、6800m(0.43気圧)であり、コメット旅客機の巡航高度1万2000m(0.21気圧)より低かった。機内を0.8気圧に保つために0.6気圧を与圧すると、ドア1枚に約10トンの荷重がかかるといわれる。非与圧式のDC-4から与圧式のDC-6となった時に、窓が楕円から四角となって逆行したが、この巡航高度の違いがあり単純に比較できない。
- \*3) 6発のアリソンJ-71ジェットエンジンを搭載していた。
- \*4) 英国の特撮番組「サンダーバード」(1965年)に国際救助隊が新型の旅客機「ファイヤーフラッシュ号」を救助するエピソードがあるが、その目的地は東京であった。明らかにこの新型機は、コメット旅客機を意識したものだったと思われる。

## 2. 金属疲労と本件クレーム

爺：さて、これからが本題じゃ。このように順風満帆だった同機じゃったが、次々に大事件が起こるんじゃ。

ハ：何が起こったんですか？

爺：1953年5月にインドのカルカッタで墜落したんじゃ。

ハ：原因は何だったのでしょうか。悪天候とか？

爺：うむ。当初、この事故は、乱気流による墜落と判断された。しかし、1954年に入ると、1月にイタリアのエルバ島付近で、さらに4月にはイタリアのストロンボリ島付近で、と2件の墜落事故が続くんじゃ<sup>※5</sup>。

ハ：ニヤニヤ、1年に3回も墜落事故が起きるなんて、そりゃ、機体側に何かありますね。お誠いしないと。

爺：コレ！ ……この2件の墜落事故は、インドでの事故と異なり、墜落した機体の部品を海中から引き上げることができたんじゃ。引き上げた機体のパーツを再構築したのが、次の写真じゃよ。



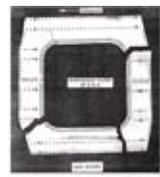
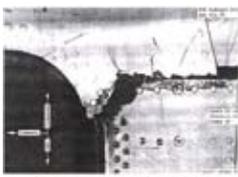
出典：前出

ハ：へー。実際のパーツを再び組み上げることで、見えてくるものもありますね。

爺：ハテニヤン、お主、原因はなんだったと思う？

ハ：うーん、ニヤンだろう……あ、そうだ、前回、デハビランド社は構造接着剤を使って飛行機を組み立てる道を切り開いたという話でしたよね。接着材の劣化による空中分解が考えられませんか。

爺：うむ。同機は、接着剤を多用した機体<sup>※6</sup>でもあったから、接着剤が疑われるのも当然じゃ。……が、事故機のパーツから接着剤は機能していたことが分かったのじゃ。真実はいつも一つ！ 次の写真を見るのじゃ。



出典：前出

ハ：うわ、開口部に亀裂が走ってますニヤ！

### COMMENTS

※5) 1月の墜落事故の後、東京にあったコメット機を、乗客を乗せずに英国にフェリー（自力輸送）した。デハビランド社は、この2件目の墜落事故で、機体構造に欠陥があることを疑っていたのかもしれない。

※6) デハビランド社は、コメット旅客機の製造にエアロリサーチ社（Aero Research）が1941年に開発したりダックス（Redux）という名の接着剤を多用して重量軽減を図った。なお、リダックスの名前は、会社名のResearchと会社の所在地Duxfordに由来する。

※7) 金属疲労を生じない「疲労限度」が存在するが、残念ながらアルミ合金はこの疲労限度がないため、より厳格な金属疲労管理が求められる。

※8) 英国特許GB627501、GB627543。いずれも1946年6月20日の出願日で、発明の名称は「試材またはテストピースの疲労試験装置」であった。

爺：そうじゃ。これこそ金属疲労による構造破壊じゃ。

ハ：なぜ開口部の角に金属疲労が起こるんですか？

爺：飛行機が離陸、着陸を繰り返すうちに、胴体はキャビンの与圧によって拡張する。この時、開口部に角があると、拡張による応力は角に集中して、この部分の金属疲労を促進するのじゃよ<sup>※7</sup>。

ハ：丸い窓のほうが金属疲労を起こしにくいのですね。

爺：そうじゃ。ここで本発明のクレームをみてみるゾ。

1. A pressure cabin of circular cross section having the window, door and like openings, and the windows, doors and like members relating thereto, of substantially the shape of an ellipse of which the major and minor axes are so proportioned that the ratio of their squares is equal to the ratio between the circumferential and longitudinal loads per unit width in the shell of the cabin, the major axis being disposed circumferentially of the shell.

1. 窓・ドア等を有する円形断面を有する与圧キャビンであって、前記窓・ドア等は、実質的に長径および短径を有する楕円形であり、その比率は前記キャビンの殻における円周方向と縦方向の単位面積当たりの負荷と同じであり、前記長径は前記キャビンの殻の円周方向に配置される。

ハ：ニヤるほど。デハビランド社は窓を楕円形にして、応力が集中する角をなくしたのですね……って、あれれ？ 出願日は1946年で、コメット旅客機の初飛行前じゃないですか。

爺：そう、出願人もデハビランド社ではない。

ハ：ええー！ この発明がコメット旅客機の設計時に存在したのなら、デハビランド社はずっと金属疲労に気を使うべきだったんじゃないですか。まさか、この他社の特許を避けるために角のある窓を採用したとか。

爺：うーむ。それは分からん。しかし、デハビランド社は与圧による金属疲労に十分問題意識を持っていたのじゃよ。彼らは、電気を使った金属疲労の検出に関する2件の特許を取得しておる<sup>※8</sup>。

ハ：金属疲労の危険性は分かっていたのですね。

爺：この角のある窓でも、与圧実験によって十分な耐用回数を得ると確信していたんじゃ。

### 3. 英国人の原因追究姿勢

ハ：……ということは、金属疲労に関する実験が適切ではなかったわけですね。

爺：同社の与圧実験には2つの欠陥があったといわれる。その2つとは輪切り胴体で実験を行い剛性が上がってしまったことと、予定した倍の圧力を加えたことじゃ。

ハ：倍の圧力をかけることがなぜダメなのですか？

爺：応力の集中部分が塑性変形で伸び切り、試材が拡張不能になっていたのじゃよ<sup>\*9</sup>。

ハ：ああ、そうか……拡張を繰り返さなければ金属疲労は起こりませんからね。大は小を兼ねないのだから。その後、コメット旅客機はどうなったのですか。

爺：事故後4年半をかけて再設計され、1958年、胴体を延長した大型のコメット4旅客機として生まれ変わったのじゃよ。キャビンの窓も楕円形に設計変更しておる。



コメット4C<sup>\*10</sup>  
出典：Wikipedia  
(Ken Fielding)



ハ：へー、コメット旅客機は再起したのですね。

爺：そうじゃ。が、残念ながらその4年間にボーイング707やダグラスDC-8が次々に就航したため、ジェット旅客機市場はコメット旅客機の独壇場ではなくなってしまったんじゃよ<sup>\*11</sup>。



ボーイング707  
出典：Wikipedia  
(Mike Freer)

ダグラスDC-8  
出典：Wikipedia  
(Alexcaban)



ハ：デハビランド社は、この事故でせっかくのリーディングタイムを失ってしまったわけですね。

爺：残念じゃがな。しかし、英国人の事故原因を追究する姿勢は見習うべきものがある。次の写真を見るがよい。



出典：  
前出  
『DE HAVILLAND  
COMET』

ハ：わわっ、胴体を巨大水槽に沈めてますヨ！

爺：そうじゃ。この状態で機内を与圧する実験を行い、1830回目にして、胴体に金属疲労による破断が起ることを確かめたんじゃ<sup>\*12</sup>。

ハ：コメット旅客機の信用を取り戻すためでもあったのでしょうが、徹底していますニャ。

爺：英国人の粘り強い気質は、こういった事故の原因追究にも向けられるのじゃ。

ハ：英国で事業を行う場合は覚悟が要りますニャア。

#### ブラバゾン委員会 (Brabazon Committee)

英国は第二次世界大戦中の1942年12月に、戦後の英国航空機産業を検討する委員会を立ち上げた。運輸大臣および航空機生産大臣を務めたブラバゾン男爵 (John Moore Brabazon) が招集したため、この委員会はブラバゾン委員会と呼ばれた。1945年10月まで続いた同委員会が出した結論は5つのカテゴリで8機の航空機を開発することであり、コメット旅客機はカテゴリIVに属していた。商業的成功については、◎成功、○部分的成功、●不成功で示すが、成功率は高くなかった。

カテゴリ	開発された航空機	商業的成功
I 大陸間横断型の超大型旅客機	プリストル・ブラバゾン	●
II 近距離旅客機 (A: レシプロ機、B: ターボプロップ)	A: エアスピード・アンバサダー	●
	B: ピッカーズ・バイカウント	◎
III 大英帝国領土を結ぶ中／長距離旅客機	アプロ・チューダー	●
IV ジェット旅客機	デハビランド・コメット	○
V 将来的にIIに置き換えられる ローカル用小型旅客機	ハンドレページ・マラソン	●
	デハビランド・ダブ	◎

**中川 裕幸**

中川国際特許事務所  
所長・弁理士

Hiroyuki Nakagawa : Head  
Patent Attorney at  
Nakagawa International  
Patent Office  
〒103-0014  
東京都中央区日本橋蠣殻町  
1-36-7 蠣殻町千葉ビル6F

#### COMMENTS

- ※9) 『飛行機物語—航空技術の歴史』 pp.277～278 (鈴木真二著 ちくま学芸文庫)
- ※10) 乗客数は、コメット1の36人から79人に倍増した。なお、コメット4Cの楕円窓は横長であって、縦長に限定される本件特許発明の技術範囲に属さない。本件特許発明を意識して設計したのかもしれない。
- ※11) ボーイング707もダグラスDC-8もベストセラー航空機であり、ボーイング707は英国海外航空 (BOAC) でさえ使用した。コメット旅客機の最終的な生産機数は114機であり、ボーイング707の865機、ダグラスDC-8の556機に遠く及ばなかった。
- ※12) 実験により金属疲労による破壊が発生した回数、「週刊エアクラフト」No.44 p.12 (同朋舎出版) による。機体の使用頻度を1日2往復 (与圧による4回の伸縮)、1年間の稼働日数を300日とすれば、1年半程度で金属疲労破壊が起こることになる。