

ネズ爺 & ハテナンの

特許 探偵団

DETECTIVE TEAM OF PATENT



翼を鋭く曲げると、失速が起きやすくなるのじゃ。



ネズ爺

Vol.33 逆ガル翼 (Inverted Gull Wing)

ハ：あれ？ 前々回に、ガル翼は取り上げたじゃないですか。

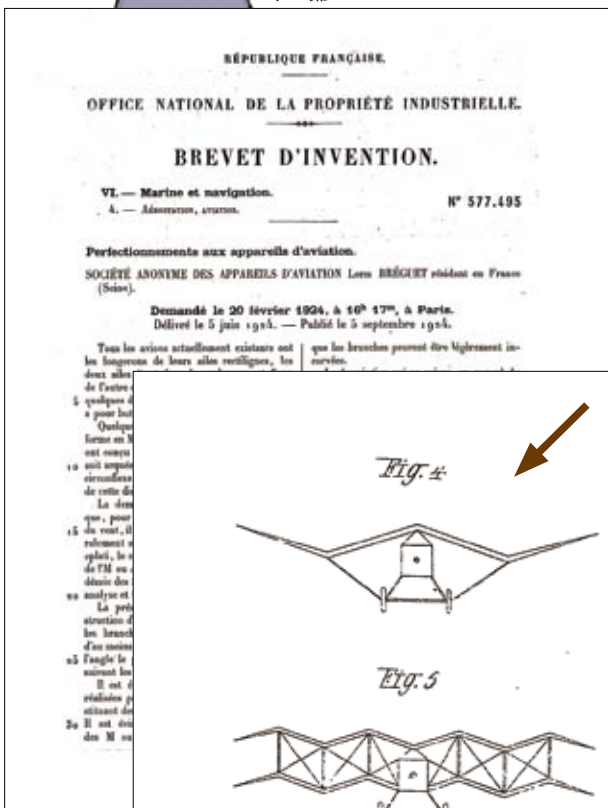
爺：今回は、ガル翼ではなくて、公報の図4（矢印箇所）に示される逆ガル翼じゃ。

ハ：逆ガル翼は、単にガル翼を上下反転させただけですよ。

爺：喝〜っ！ ガル翼と逆ガル翼は、発明としては全くの別物じゃ！

ハ：わわっ、そうなんですか……で、この公報はフランスのもんですね。

爺：うむ。いろいろ特許公報を調べてみたが、他に、逆ガル翼の特許といえるものはないんじゃ。よって、この公報は貴重なものじゃ



コルセア戦闘機には逆ガル翼を成功させた工夫があったんですね。



ハテナン

今回の特許公報：航空機の改良

フランス特許第 577,495 号
発明の名称：Perfectionnements aux appareils d'aviation
発明者：Louis Bréguet
権利者：Louis Bréguet
出願日：1924年02月20日
登録日：1924年06月05日

1. 成功例の少ない逆ガル機

爺：逆ガル翼は難しい翼型で、多くの設計者が逆ガル翼に挑戦しながら、諦めておるんじゃ。

ハ：スタジオジブリのアニメ『風立ちぬ』^{※1}で、堀越二郎が設計した機体は逆ガル機でしたよね。

爺：あの機体は海軍の三菱9試単座戦闘機^{※2}という、試作戦闘機じゃよ。次の模型がそうじゃ。



ハ：すらっとした機体だニャ〜。アニメでは、成功したように描かれていましたが、日本海軍に、逆ガル翼の戦闘機はなかったですよ。どうしたんでしょう？

爺：試作機としては成功した。が、逆ガル翼は採用が見送られ、試作2号機以降は直線翼に変更されて、これが海軍に正式採用され96式戦闘機^{※3}となるんじゃよ。



ハ：主翼の違いでずいぶん印象が変わりますね。逆ガル翼の断念は残念です。

爺：後に零戦を設計する名設計者、堀越二郎も逆ガル機では成功を収められなかったのじゃよ。もうひとつの、日本の逆ガル機の断念例がこれじゃ。



ハ：これ、フォークト博士^{※4}が設計した機体でしたね。

爺：うむ。川崎重工が造った陸軍のキ-5試作戦闘機じゃ。これも安定性に難があり、失敗作となったのじゃ。

ハ：ニャルほどニャ〜。日本では当時、海軍でも陸軍でも逆ガル機は成功しなかったのですね。



COMMENTS

※1) 2013年製作。人間関係のエピソードには架空の話がまざっているが、登場する飛行機は、夢を除き、全て実在のもの。

※2) 昭和9(1934)年に海軍より三菱重工と中島飛行機に試作命令が出たため、9試という。

※3) 皇紀2596(1936)年に正式採用されたためこの名がある。その後、堀越二郎は、零戦、雷電、烈風といった戦闘機を設計することとなる。

※4) 1894～1979年。本誌2017年3月号では博士の業績を解説した。

※5) 1934年の英国の試作機。空気抵抗を減らすために脚を短くする目的で逆ガル翼を選択した。しかし飛行安定性を欠き、ラジエーターのトラブルにも悩まされ結局正式化は見送られている。

※6) いずれもアニメ「宇宙戦艦ヤマト2202」(2018～2019年)に登場する試作戦闘機。名前は同じでも、全く異なる形状を有している。

爺：それほど逆ガル機の設計は難しいということじゃ。

ハ：外国ではどうだったのですか？

爺：同じじゃよ。フォークト博士がドイツで設計した逆ガル機、Ha137試作軽爆撃機も採用にならなかったことは、前に話したとおりじゃ。



ハ：そうでした。カッコ良いのに残念ですニャ〜。

爺：英国にも失敗例があるぞ。次のスーパーマリンType224試作戦闘機^{※5}じゃ。



ハ：おお〜。これもカッコ良いのに、失敗作なんですネ。

爺：いろいろ改造したが安定性は改善しなかったようじゃ。ちなみに、この機体の名はスピットファイアじゃ。

ハ：え？ あのイギリスの名機と同じ名前ですか？

爺：設計者はレジナルド・ミッチェル(Reginald Mitchell)で、次に直線翼のType300試作戦闘機を造るんじゃ。



ハ：これこそスピットファイアですニャ。

爺：先の機体をファーストスピットファイアと呼ぶんじゃ。スピットファイアは一度失敗してるんじゃよ。

ハ：両者はコスモタイガーIとコスモタイガーIIぐらい違いますニャ^{※6}。それにしても、零戦とスピットファイアの設計者がそろって逆ガル機に挑戦して、失敗していたというのは面白い話です。

爺：それだけ設計者にとって魅力的な翼形なんじゃろう。

2. 逆ガル機の作用効果

爺：さて本件特許発明の記載を見てみるぞ。

La présente invention porte sur la construction d'ailes en forme d'M ou de W aplati, les branches faisant entre elles des angles d'au moins 20°. De la théorie, il apparaît que l'angle le plus favorable serait de 20° à 60°, suivant les cas.

M字あるいはW字を平らにした形を有する翼に関し、張り出す外翼は少なくとも20度以上の角度を有して、状況に応じて20度から60度の好適な角度を選択する。

ハ：すごく広いクレーム^{*7}ですニャ〜。

爺：フランスは伝統的に無審査国じゃ。この記載もクレームではない。当時は、権利行使するときに、初めて、どこが特許として有効な範囲かを争ったようじゃ。

ハ：ああ、そういうことですか。それにしてもこの記載だけではこの発明がどういうものか、つかめません。公報の図4に記載されているW型の翼が逆ガル翼だとしたら、その作用効果はどう書いてあるんですか？

爺：公報に作用効果の記載はないゾ。

ハ：わっなしですか。意匠登録みたいだニャ〜。発明者は実際に主翼が曲がった飛行機を造っているのですか？

爺：本件特許発明の発明者は名門ブレゲー社(Breguet)^{*8}の創始者ルイ・ブレゲーじゃ。が、ブレゲー社自身は、主翼を折り曲げた機体は造っておらんようじゃ。

ハ：なんだ、机上のアイデアだったんですね。

爺：逆ガル翼は実際に造って初めて、その難しさが分かるんじゃよ。では、ハテニャン、逆ガル翼の効果は何だと思おう？

ハ：うーん……カッコ良くなる！

爺：お主はそればかりじゃな(苦笑)。

ハ：だって折り曲げた部分が下に突き出して、まさにタカが獲物を狙うように見えます。猛禽類的デザインです！

爺：構造的にも、具体的な効果があるのじゃ。

ハ：うーん……どんな効果ですか？

爺：まず、折り曲げ部に主翼を付ければ、主翼が下がっている分、主脚を短くすることができるんじゃ。9試単

座戦闘機と96式戦闘機の主脚柱を比較してみるぞ。



ハ：ああそうか、長い主脚は折れやすいですからね。

爺：当時、エンジンの高出力化に伴ってプロペラの直径が大きくなってきており、地上とのクリアランスを確保するために、主脚も長くなりがちだったんじゃ。

ハ：なるほどニャ〜。どうしても乱暴な着艦となりがちな艦載機ではなおさらですね。

爺：そういうことじゃ。そして、もう一つのメリットは、主翼の内翼部分が下がっている分、パイロットが前下方の視野を広く取れることじゃ。

ハ：戦闘には有利ですね。

爺：それだけではない。エンジンの大型化に伴って機首が巨大になると、タキシング(地上走行)時の視界の問題^{*9}も生じるんじゃ。ここにも大きなメリットがある。

ハ：逆ガル翼は良いところだらけじゃないですか。

爺：だからこそ、多くの設計者がトライしたのじゃろう。

ハ：じゃ、ネズ爺、反対に、逆ガル翼が難しいという理由は何なのですか？

爺：フオフオフオ。それは、失速特性が悪いことじゃ。折り曲げ部で気流が乱れやすく、気流が剥離して、失速が早く起こると考えられるのじゃ。

ハ：うーん、失速しやすいとは大問題ですね。

爺：高速で直線飛行をしているときは大丈夫じゃろう。しかし、複雑な運動をしたり、速度を落として大仰角を取ったときはこの気流の乱れが大きな問題となる。

ハ：大きく機首を上げた着陸時に課題があると、特に速度を落として着艦しようとする艦載機には不利ですね。

爺：そうじゃ。日本海軍は2つの主脚と尾輪との3点同時着地が推奨されていたから96式戦闘機が逆ガル翼のままだったら着艦が難しい機体になったじゃろうな。

ハ：逆ガル翼を直線翼に直した堀越二郎の決断は正しかったのですね。

COMMENTS

*7) 安定性が悪いと評されたキ-5で内翼の下反角18度、外翼の上反角6度である。「20度以上」とは空想で書いた数値であろう。

*8) 1911年に設立されたフランスの航空機メーカー。第二次世界大戦直前の1936年に国有化されたが戦後復活し、1971年にダッソー社(Dassault)と合併して、ダッソーブレゲー社となり、現在も存続している。1925年、東京からローマまで日本人パイロットの操縦によって飛行した初風、東風の2機はブレゲー社の機体、ブレゲー 19A 1であった。

*9) 尾輪式の飛行機では、駐機場、滑走路間の走行時、機首が立ち上がりパイロットは正面を見渡せないため、しばしばジグザグに走行させた。地上走行中の航空機が人や機材に被害を与える事故もあり、太平洋戦争開戦直前の米国全権大使の息子・来栖良大尉の悲劇も同種の事故による。例えば、太い胴体を有する雷電も視界確保のため、33型で、わざわざ風防前の側面をそぎ落としている。

3. 逆ガル翼の傑作機

爺：さて、それでも逆ガル翼の成功例はあるんじゃない。その最たるものは米海軍のF4Uコルセア戦闘機^{*10}じゃ。



ハ：忘れてました！ コルセアは太平洋戦争で大活躍しましたよ。でも、この機体、着艦時に仰角を大きく取りがちな艦載機です。どうして成功したのでしょうか？

爺：秘密は次の3つにありそうじゃ。まず、①水平尾翼の位置をできるだけ後方にかつ高くして逆ガル翼の気流の乱れを受けにくくすること、②尾輪を長くして着陸時に大きな仰角を取れないようにしたこと、そして③折れ曲がり部をなだらかに湾曲させて気流の乱れを小さくしたこと、じゃ。

出典：「世界の傑作機
ヴォートF4Uコルセア」
文琳堂（注記は筆者）



ハ：こりゃまた水平尾翼が垂直尾翼よりずいぶん後ろに付いていますね。一般的な機体と違いますニャ。それに、尾翼も伸縮式で複雑な構造を採用しているのですね。

爺：逆ガル翼による気流の乱れが水平尾翼に与える影響を

最小にすることは必須の対策じゃ。また、失速状態を生じさせないことも重要じゃ。右主翼にこんな突起があるが、お主、これがなんだかわかるか？

出典：同前（○は筆者）



ハ：ニャンだろう？

爺：失速状態に近づくとこの突起^{*11}がいち早く右翼に小さな気流の乱れを発生させるのじゃ。プロペラ回転の関係上、失速が早く起こる左翼の本格的失速の前に尾翼をたたき、振動させるのじゃよ。

ハ：へー失速警告装置ですか？ 頭良い～！

爺：コルセアは、こういった細かい改良を重ねて艦上機として使えるまでにしたわけじゃ。

ハ：傑作機は一日にしてならず、ですね。そういえば日本も流星^{*12}という逆ガル翼の艦上機を造りましたよ。

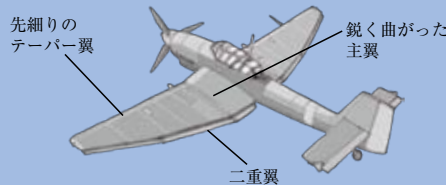


爺：③の特徴は有しておるな。が、流星の完成時、運用する空母がなかったため陸上機としてしか使われておらん。艦上機適性は未知数じゃよ。

Ju-87 スツーカー

本文中で紹介できなかったもう一つの逆ガル機の成功例にドイツ空軍の Ju-87 スツーカーがある。1935年に試作機が初飛行しているが、逆ガル型の主翼はこの試作機から最終量産型のG型まで踏襲され、1945年の終戦まで使用された。日本陸軍も初期量産型であるA型を輸入してその導入を検討したが、飛行特性は良好と判定されており、逆ガル翼による悪影響はなかったようである。同機のデザインを見てみると、水平尾翼の取り付け位置も高く、尾輪も長いので、本文中で考察したコルセアの成功条件①および②を有しているように思われる。

しかし、主翼は鋭く曲がっているため、条件③が欠落して、この形状により失速特性は悪化したと考えられる。一方、スツーカーは、独自の強い先細りのテーパー形状と、二重翼 (Doppelflügel) なる主翼との間に隙間ができるフラップを有していた。このいずれか、あるいは両方が条件③の欠落を補ったと思われるが、いずれにしても逆ガル翼は、欠点の対策をして初めて成功する、難しい翼型であることが分かる。



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

〒110-0014

東京都中央区日本橋蠣殻町
1-36-7 蠣殻町千葉ビル6F

COMMENTS

- *10) 1940年に初飛行したチャンス・ボート社(Chance Vought)が製作した米国海軍戦闘機。初期は陸上機として使われたが、改良が加えられて、艦載機の傑作機となった。既にジェット機が実用化されていた朝鮮戦争にまで使われ続けている。総生産機数は1万2000機を超える。
- *11) スポイラー (Spoiler) と呼ばれる小突起は右翼前縁のみに取り付けられる。上記の「世界の傑作機」に鳥飼鶴雄氏の解説がある。
- *12) 1942年に初飛行した日本海軍の艦上攻撃機。愛知航空機が製作した。胴体内に爆弾槽を有するため、中翼構造が選択されている。そのため、主脚を長くしないように、逆ガル翼を選択している。尾輪はそれほど高くないが、主脚が短いため、着陸時に大きな仰角を取らない設計がされていたのかもしれない。実際、テストパイロットの手記には操縦性は良好だったと記されている(『艦攻艦爆隊』(光人社NF文庫)中の大多和達也「最後の艦攻『流星』テストパイロット試乗記」)。もっとも、空母での運用がなされたら課題もたくさん出てきた可能性はある。生産機数は100機程度。