

1. ジーマン (Zimmerman) のVTOL理論

爺：まずは、この特許発明の発明者を紹介するぞ。

ハ：えーと、特許公報には、チャールズ・ジーマン (Charles H. Zimmerman)^{*1}さんって書いてありますね。どんな人ニャンですか。

爺：NASAの前身、NACA^{*2}の研究者で、戦前から戦後にわたり垂直離着陸機の開発やマーキュリー計画など、いろいろな政府プロジェクトに参加している。なかでも垂直離着陸機、すなわちVTOL機は彼のライフワークじゃ。

ハ：へ～偉い人なんですね。でも、そんなお堅い技術畑の人が考えたにしては、実用的な飛行機とはいえない構造です。ビート板みたいな胴体ですよ。

爺：そうじゃのう、確かに、ユニークな発想の機体じゃ。どうじゃ、胴体が円板状であること以外にも、多くの特徴があるじゃろう。

ハ：大きなプロペラと長い主脚ですね。

爺：うむ、そこじゃ。お主、その狙いが何かわかるか？

ハ：さっき、ネズ爺は、垂直離着陸を目指したって言ってましたね。ということは、プロペラを上に向けてタケコプターみたいに上昇させるためじゃないですか？

爺：胴体の姿勢というのは、正しい。明細書中には、「フラップ36が傾斜上限に近い場合、航空機は垂直に上昇し、ホバリングまたは垂直に降下する」(3ページ目右欄74行～)と説明されておるから、離陸後にはプロペラによる上昇も考えておったのじゃろう。この説明をそのまま図にするとこんな感じじゃな。



ハ：ほら、ファンタジー成分がばっちり入ってますよ(笑)。

爺：これだけならのう……(苦笑)。しかし、この発明でジーマンが狙ったメインの作用効果はクレームに書かれておるもので、これとは違うんじゃ。

ハ：それはニャンですか？

爺：胴体の姿勢を起こすのは、胴体自体にプロペラの気流をより多く当てるためなんじゃよ。

ハ：まあ、機体の後方が地面に近づいているから、プロペラの後流が胴体後方を持ち上げる気はしますが……。

爺：明細書には「ブレードの先端が対称面から最も離れたときに下向きに移動するような方向に回転する。……後流のねじれで通常浪費されるエネルギーは、機体の下面に上向きに作用し、それによって揚力を増加させるという点で、かなり回復される」(2ページ目左欄11行～)と説明されておる。

ハ：何言ってるかわかりません(苦笑)！

爺：機体の幅方向の最外位置に来たらプロペラピッチを小さくする。これにより翼端で生じる渦流(wing-tip vortices)^{*3}を抑えて、エネルギーロスを減少し、下面から持ち上げる揚力を大きくする、ということじゃ。

ハ：ホントかニヤ～？ って感じの作用効果です。だって、翼端で生じる渦流って、そもそもプロペラの後流で生じるわけではないですよ。

爺：未来にいる我々は、現在、この原理の飛行機が飛び回っていないことを知っておるからのう(笑)。

ハ：直感的に違うんじゃないかニヤ、って感じですけどね。で、もう一つ、疑問があります。

爺：なんじゃ？

ハ：公報の図1に描かれている搭乗者の姿を見て下さい。うつ伏せに乗ってますよね^{*4}。先の図のように、プロペラを上にして、タケコプターみたいに飛ばすことも真剣に考えていたのじゃないですか。

爺：お主の言うように、この特許は、いろんなことを盛り込みすぎて作用効果がフラフラしておるな(笑)。実をいうと、ジーマンはその発明も捨ててないんじゃよ。

ハ：夢が多いことは良いことですけどね(苦笑)。

爺：技術開発は、理論と実践じゃ。楽曲を作る際には歌詞を先に作る詞先と、曲を先に作る曲先とがあるそうじゃ。それに例えれば、この発明は理論先の発明じゃな。後で実践して確かめれば良いと思ったのじゃろう。

ハ：実践しようとする会社があったんですか？

爺：あったんじゃよ。ジーマンの研究に興味を持ったチャンスポート社(Chance Vought)が実用化に手を挙げたんじゃ^{*5}。

COMMENTS

- ※1) 1908～1996年。チャンスポート社の他、ヒラー社(Hiller Aircraft Company)にも協力し、VTOL技術の開発をライフワークとした。
- ※2) アメリカ航空諮問委員会(National Advisory Committee for Aeronautics)。1915年に設立された米国の政府機関。巨大な風洞実験設備を有し、戦前戦後の米国航空機の開発に貢献した。1958年にアメリカ航空宇宙局(NASA)となった。
- ※3) 翼端渦による誘導抵抗の克服は、本連載vol.18で取り上げたように、戦前から戦後にかけて航空技術のホットピックであったことがわかる。
- ※4) 仰臥式シート(prone sheet)。V-173の実物大木型模型の段階では、この方式が試されたが、正式に採用された実用機はない。この形式のコックピットは、アニメ「ストラトス・フォー」(2003年)に登場する架空機TSR2・MSで見ることができている。
- ※5) チャンスポート社は、1937年に、モデルV-170の段階から計画に参加した。

2. 本件発明のクレーム

ハ：チャンスポート社って、逆ガル翼の回で話題になったF4Uコルセア戦闘機を造った会社ですよ。この会社、変わった形が好きニャンですね(笑)。

爺：確かにユニークなことに挑戦する社風が、この会社にはあるのう。さて、実際の機体を見る前に、本件特許発明のクレームを考察しよう。独立項としてクレーム5がシンプルなので、これを考えるぞ。

5. An aircraft, comprising a structure affording an aerodynamic lifting surface, said structure having in it space for a pilot and for load, a controllable-pitch propeller mounted at each tip of the leading edge of said structure in fixed relation to the longitudinal axis of the craft, a separate engine connected to each propeller, means positively connecting said propellers together to rotate at equal speeds and in such directions that the blades thereof move down when farthest from the plane of symmetry of the craft, a floating aileron mounted on each side of said structure adjacent the leading edge thereof in the slipstream of the adjacent propeller, means to operate said ailerons, and other means for exercising directional and longitudinal control of said craft, the center of gravity of said craft being fixed.

5. 航空機は、空気力学的揚力面を提供する構造を備え、その構造には、パイロットおよび荷物のためのスペースと、航空機長手軸の前記構造先端に取り付けられたピッチ制御可能なプロペラと、それぞれのプロペラに接続され独立したエンジンと、両プロペラを積極的に等速で回転させ、プロペラのブレードが航空機の対称面から最も遠くなる時に、ブレードが下がる方向に移動させる手段と、隣接するプロペラの後流で前記構造の前縁に隣接するエルロンと、前記エルロンを操作する手段、および前記航空機の方法および縦方向の制御を実行する他の手段とを有し、前記航空機の重心は固定されている。

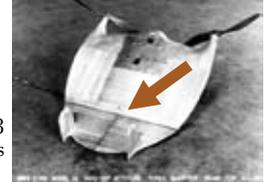
ハ：両プロペラを等速で回転させ^{※6}、さっきの説明のように、プロペラの回転面の機体幅方向の両側で後流を小さくするということですニャ。

爺：そうじゃ。それでは、チャンスポート社が実際に製作した模型と試作機を見てもらおう。

COMMENTS

- ※6) ジーマーマンは両側のプロペラの等速度回転も、発明の成功には必須要件と考えていたが、後にこれがフラッターの原因になった。
- ※7) 実際に、プロペラを電動モーターで駆動する模型が作られている。検索ワード“V-162 V-173”で検索すると、V-173の飛行実験映像とともに、V-162の電動模型の実験の様子をYouTubeで見ることができる。
- ※8) 胴体を折る構造は、単純にプロペラを上方に向けて、ヘリコプターのように上昇させる作用効果を狙ったものであった。上述の実験映像にも、ヘリコプターのように垂直に上昇する電動模型が記録されている。
- ※9) 米国特許第2403838号の発明の名称は「Pilot compartment」、米国特許第2481379号の発明の名称は「Aircraft having extensible landing gear positionable for horizontal and vertical take-off」であった。

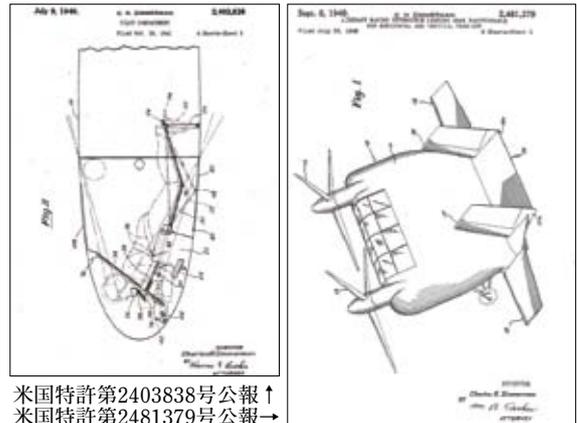
まず、NACAが最初に本件発明のアイデアを具体化したモデルがV-162じゃ。模型も作られておる^{※7}。



出典：『ChanceVought V-173 and XF5U-1』Ginter Books 出版 (矢印筆者)

ハ：矢印の部分、幅方向にヒンジがあって、サバ折り状態ですね。プロペラの回転面の可変機構はわかりませんが、でも、今回の発明を実践しようとした構造じゃないですね^{※8}。

爺：うむ。このV-162はプロペラを上に向けるタケコプタータイプの発明じゃ。実をいうと、この構造も、さらに仰臥式の操縦装置も特許を取っておる^{※9}。



米国特許第2403838号公報↑
米国特許第2481379号公報→

ハ：いずれも、アイデア倒れニャ気がします。

爺：このモデルは飛行実験機の製作には至っておらん。

ハ：そうですねえ。水平飛行と垂直飛行の切り替えが超難しい気がしますもん。

爺：その後試作されたモデルV-173は、本件発明の作用効果をベースにしており、実機が造られたんじゃよ。



←出典：前掲『ChanceVought V-173 and XF5U-1』

3. ジーマン理論の実践機V-173

ハ：ヒャア、ほんとに造っちゃたんですね。コクピットも普通の座席式になって少しは現実的になった感じはしますが、それでもまだ、ファンタジー成分が残ってますね(笑)。ちゃんと飛べたのですか？

爺：実際に飛んでいる写真が次の写真じゃよ。



出典：前掲『Chance Vought V-173 and XF5U-1』

ハ：ホントだ、確かに飛んでますニャ。

爺：最高速度は222km/hで速くはなかったが、そもそも、積んでいたエンジン^{*10}が非力なので仕方がない。

ハ：失速特性はどうだったのでしょうか。

爺：うむ、その点では良好な成績を示したようじゃ。この機体の目的は低速でもそれなりの揚力を得ることじゃから、そこは重要じゃな。

ハ：低速で飛行しても失速しにくかったのですね。

爺：飛行中胴体を傾けるとホバリング状態に近い性能を示したようじゃ。

ハ：ということは、本件発明のクレームが目指した作用効果、自らのプロペラの後流で浮き上がるということも

可能だったのでしょうか？

爺：さすがにそれは無理だったようじゃ。しかし、チャンスポート社が目指していたのは艦上戦闘機、つまり空母で運用する機体を想定していたんじゃよ。

ハ：空母……。あっ、そうか、搭載される空母が全力で航行すれば、相対的に機体を受ける風力は大きくなって浮揚する揚力を得ることができますね。

爺：そうじゃ。理論的には25ノットで航行する空母に搭載されれば、離陸できる揚力を得られたようじゃ^{*11}。すぐに飛び立てるという性能を、有効と考えた米国海軍は、実用機の採用を決定したんじゃろう。

ハ：へー、まさかのVTOL性能ですね。

爺：ちょうど、実用機であるXF5U^{*12}の開発に移ったころ、この性能を必要とする出来事が戦場で起こったんじゃ。

ハ：ある出来事ってニャンですか？

爺：それは1944年10月の海戦^{*13}で組織化された神風攻撃じゃよ。戦場が日本本土に近づくと、米海軍は対処方法の見直しを迫られたんじゃ。相手は空母同士の決戦と違い、日本本土の基地から時刻を問わず発進する攻撃機じゃからな。

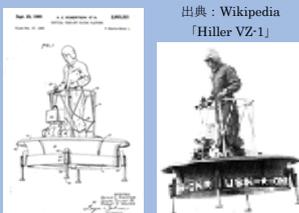
ハ：神風攻撃とは！なるほど、このVTOL性能があれば迎撃のために常に空中で待機する必要はないですニャ。

爺：そうじゃ。次回もこの話の続きをするぞ。

フライングプラットフォーム (Flying Platform)

本件発明の発明者であるジーマンは、米国ヒラー社の個人用飛行器具の原理も確立している。この発明は、ダクデッドファン型の基台に乗った操縦者が、地面から浮き上がって移動できるというものであって、その米国特許発明（米国特許第2953321号）の名称は「Vertical Take-Off Flying Platform」であった。砂地、雪上など、地面に影響されずに、あるいは水上でも兵士が移動できるため、米国陸軍が興味を示し、1950年代初頭にVZ-1として製作された。

VZ-1は、操縦性、安定性など良好な性能を示したが、防御手段もなく空中に浮く兵士は敵の格好的となってしまうため、結局、有効な兵器と判断されず、正式採用されなかった。当時、この種の新技术は軍事的な評価が全てであったが、今なら民間の需要を開拓できたようにも思える。今回取り上げた特許発明も、その公報の図1に描かれている乗客の一人はフラッパーを着た女性であり、軍用技術ではなかった。



出典：Wikipedia
「Hiller VZ-1」

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蛸殻町
1-36-7 蛸殻町千葉ビル6F

COMMENTS

- *10) コクピットの両側に、水平対向式のコンチネンタルA-80エンジン2基を搭載したが、それぞれの出力はたった80馬力しかなかった。
- *11) 『未完の計画機2』（浜田一穂著 イカロス出版）の「第3章 実らなかった執念／チャールズ・ジーマンとチャンスポートV-173/XF5U」の項。
- *12) 1943年4月に米国海軍が計画を許可し、1944年5月に開発契約はV-173からXF5Uに切り替わった。
- *13) フィリピン沖で護衛空母部隊に、特別攻撃隊として組織された敷島隊が突入したのが最初といわれる。日本軍による神風攻撃は、翌年8月の終戦まで、約10カ月間続いたことになる。