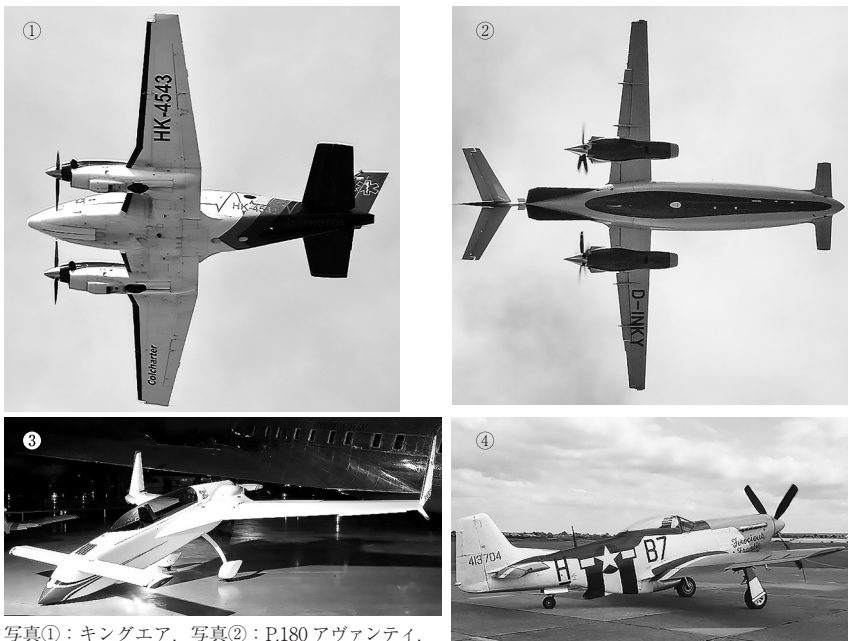


前回（図面の前回（第一六回）ではなくて、第一八回）、楽譜を末尾から逆向きに演奏する逆行カノンについて書きました。では飛行機（固定翼の航空機）は逆向きに進むことができますでしょうか。鉄道車両、自動車、船、潜水艦、それにヘリコプタ（回転翼の航空機）は後進することができます。電気機関車の多くはどちらが前でもどちらが後ろかわかりません。旅客機に乗客が乗り込み、荷物・貨物も積み終わると、ドアを閉めて後進して、ゲートから離れます。しかし、自力で後進しているのではなく、トリーニングカーに押されて後退しているのです。機関を逆噴射して、脚の制動装置を解放すれば、後ろ向きに進むことは不可能ではありませんが、そうした運用は通常はありませんし、そもそも後進できるといっても地上での話です。では空中ではどうでしょうか。

どちら向きに飛ぶか

写真①～④の飛行機は左右どちら向きに飛ぶでしょうか。



写真①：キングエア、写真②：P.180 アヴァンティ、
写真③：ヴァリエーゼイ、写真④：P-51D マスタング

うなどころで数人で組み立てられる小さな飛行機ですが、きわめて高性能です。写真④は第二次世界大戦期から朝鮮戦争期を代表するレシプロ戦闘機のP-51D マスタングです。

向きの感覚

写真①は左向きに飛んでいます。写真②は右向きに飛んでいます。プロペラ機は機関の前にプロペラがあるとか、主翼が胴体中央よりも前寄りにあるなどの固定観念で見ると、写真②の飛行機の向きを判定する際に混乱します。写真③は左向きに飛びます。これは引っかけ問題で、ここではヴァリエーゼイの前脚が収納状態で写っているのです。昔の尾輪式飛行機のように見えてしまいます。写真④は右向きに飛びます。写真②はP.180の平面形をよく写していますが、水平尾翼らしきものが機尾（左端）だけでなく、機首（右端）にもあるのがわかります。機尾にあるのは確かに水平尾翼ですが、機首にあるのは先尾翼（前翼、カナル翼）と呼ばれます。ヴァリエーゼイは主翼と先尾翼だけで、水平尾翼はありません。垂直尾翼は主翼の左右それぞれの先端に付いています。

高性能の理由

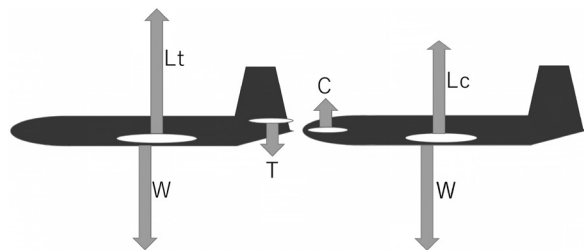
P.180もヴァリエーゼイも同級機と比べると明らかに高性能です。P.180とキングエアB 200の機関はどちらもプラット・アンド・ウィット二のPT 6A（八五〇馬力）二基で、最大座席数



SEMPRE AVANTI!!
第一次世界大戦期イタリアのポスター「常に前進！」
(1916年)

は一〇、最大航続距離は三〇〇km超、離陸滑走路長は一〇〇〇m弱でほぼ同級の飛行機ですが、前者の最高時速が七四五kmに対して、後者は五四五kmと大差があります。P.180は巡航時速でも六四四kmとキングエアの最高速度より一〇〇kmも速いのです。二〇〇三年には時速九二七・四kmの記録を樹立しています(国際航空連盟(FAI)公認)。実用上昇限度はP.180が一萬二四九七m、キングエアは一萬六七〇mです。まさに「前進(avanti)」する飛行機の面目躍如です。かつてイタリア社会党は機関誌Avantiを一八九六年に創刊し、第一次世界大戦初期にはファシストに転向する前のムッソリーニがその編集長でした。イタリアのいくつかの左翼政党はこの名を継承する新聞を今世紀初頭まで発刊し続けてきました。第一次世界大戦中には女神イタリアが兵士を率いて「常に前進」する戦意昂揚ポスターが作成されました。「Avanti」は近現代のイタリアでは特殊な価値を帯びてきた語です。

ヴァリエーゾイとセスナ150はどちらも長命のコンティネンタルO-1200水平対向機関(一〇〇馬力)単発で、座席数二ですが、前者の最大時速三二四km、巡航時速二八二kmに対して、セスナはそれぞれ二〇二km、一五二kmです。航続距離は前者が一四〇〇km、後者が七八〇kmです。大きさはヴァリエーゾイの方がはるかに小さく、全長/全幅は四・二七/六・七七mで、完成後も車庫や納屋に格納できる小ささです。同じ機関を装備しながら、これほどの性能差が生まれるのは主翼の大きさと関係があります。P.180の翼面積が一五・九九m²に対して、キングエアは二八・一五m²と約二倍の差が、また、ヴァリエーゾイの翼面積五・四八m²に対してセスナは一四・八六m²と約三倍の差があります。翼が小さければ空気が抵抗と翼の構造重量が減少します。抵抗が減れば同じ機関出力でより高い速度が可能になります。最大離陸重量を主翼面積で除した値を翼面荷重といい、飛行機の性能を見極める重要な指標となりますが、P.180の翼面荷重が三四三kg/m²なのに対して、キングエアは二〇一kg/m²と大差が出ます。ただし、翼面荷重が重いほどよいというわけではありません。軽い方が離着陸性能や上昇性能は向上しますし、空気の薄い高空飛行には重い翼面荷重は不適です。ところが、翼面荷重が七割以上重いP.180の方が上昇性能も高空性能も高く、また離陸に必要な滑走路長はどちらもほぼ同等です。なぜ、そうした魔法のようなことが可能なのでしょうか。



通常尾翼機と先尾翼機の縦の釣り合い

通常の尾翼機に比べると先尾翼機は主翼面積が小さくても、十分な揚力が確保できるのです。図の左側は通常尾翼機、右側は先尾翼機の縦の釣り合いを模式的に表現しています。通常尾翼機の主翼は飛行機に掛かる重力Wと水平尾翼が生ずる負の揚力Tの合計を支える正の揚力Ltを生み出さなければなりません。Lt = W + Tです。通常尾翼機の尾翼が負の揚力を発生しなければならないのは、通常尾翼機では尾翼は失速(翼表面の気流が剥離)してはならないからです。飛行機は速度を落とすとともに、揚力を維持するために機首を上げた状態で高い迎え角(翼弦と気流のなす角度)で飛行します。さらに速度を落として迎え角を強めると、ついに主翼上面の気流が主翼表面に追従できずに剝離して、大量の渦を生じます。これが失速(stall)です。ここで主翼が尾翼より先に失速すると、Ltが失われるので縦の釣り合いは崩れて、機首を下げて降下を始めますが、尾翼周りの気流は剝離しない(尾翼は失速しない)ので、尾翼昇降舵の操作は可能で

す。しばらく機首を下げて降下を続けるうちに速度が上がります。主翼周りの気流も整い、通常の飛行状態に戻る(失速から回復すること)ができます。失速回復の要点は前の翼(通常尾翼機なら主翼)が失速しても、後ろの翼は失速しないことです。

失速回復と前後の翼の迎え角の関係は先尾翼機でも同じです。先尾翼の方が主翼よりも迎え角が大きく、速度を下させていくと先尾翼が先に失速して、機首が下がり、主翼は失速しないので通常尾翼機のように揚力を失って大きく降下することなく、速度が回復すれば先尾翼周りの気流は整い、失速からの回復は容易です。つまり、先尾翼は正の揚力Cを発生するので、Lc + C = Wとなります。飛行機の重量が同じWだとするならば、右の二つの式から先尾翼機の主翼揚力は、Lc = Lt - (C + T)となり、通常尾翼機の主翼揚力よりもかなり小さくても、先尾翼機は十分な揚力を確保できることになります。翼面荷重が高くても、先尾翼も揚力を発生するため上昇性能や離陸性能は損なわれません。そして主翼が小さな分、抵抗と構造重量を軽減できるのですから、よいことづくめです。ライト兄弟の飛行機も先尾翼でした。P.180やヴァリエーゾイの高性能はこうした説明で納得できると思います。よいことづくめで高性能で、航空史の初発からあるのに、先尾翼機が多数派とならない理由については次回改めて。

おのづか・ともじ
東京大学特任教授/名誉教授