

第5章 操縦法

1 概説

編隊飛行における操縦法は、空中操作や離着陸等とは異なります。

これは、空中操作や離着陸が、「自分自身」だけをコントロールするだけの操作であるのに対して、編隊飛行では、「常に相手（長機）に対する相対位置をコントロールする。」からです。一般に、編隊飛行では航空機を動かす機動の技能よりも、航空機を1点で止める技能が要求されます。

基準（長機）に対して、ある1点を止めるとはどういうことでしょうか。

航空機は、空という3次元空間に浮かんでいる状態ですので、止めるためには3軸を固定する事になります。

つまり、前後、左右、上下の3軸を1点に止める操作です。

各軸を制御している要素は、

- 前後：速度
- 左右：翼端からの距離（幅）
- 上下：機高差（高さ）

と分類することができますが、それぞれが独立して変化することではなく、一つの軸を動かそうとすると、他の軸に影響を与えることになります。

この点を十分に理解して操作を行うことが編隊飛行で最も重要なことになります。

以下に1例を挙げてみます。

【通常編隊に占位しているが、上下軸（機高差）足りない（低い）状態】

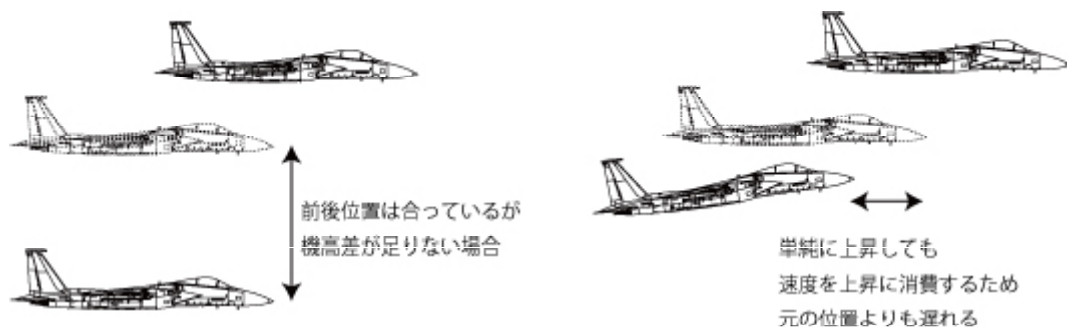
これを修正する操作を考えてみてください。

まず、機高差が足りないということは高度を上げる必要があります。

高度を上げるには、航空機のピッチを上げる、つまり機首を上げる操作が必要になります。

しかし、機首を上げて高度を上げると言うことは、現在持っている速度エネルギーを高度に変えることになります。（坂道を惰性で登る状態と同じ。）

つまり、単に機首を上げて高度を上げて、機高差が修正されたときには、速度が減少しているので、前後軸が遅れることになります。



以上のことから、機高差を修正（上昇）したいときは、

「パワーを増加して、速度が増えないようにしながら、速度エネルギーを高度に変える。」という操作が必要になります。

2 軸のコントロール

(1) 前後軸

前後軸は航空機の機首から機尾に向けた貫いた軸の位置になります。

単純に長機に対する前後位置と考えると分かりやすいと思います。

前後をコントロールするのは、航空機の世界では、速度です。

つまり、

- 前に進みたい：速度を上げる。
- 後ろに下がりたい：速度を落とす。

事になります。

しかし、実際はそれほど単純な物ではありません。

航空機の浮いている力、すなわち揚力というものは、翼の迎え角が同じ場合、速度に比例します。

つまり、速度を上げると揚力が増加します。

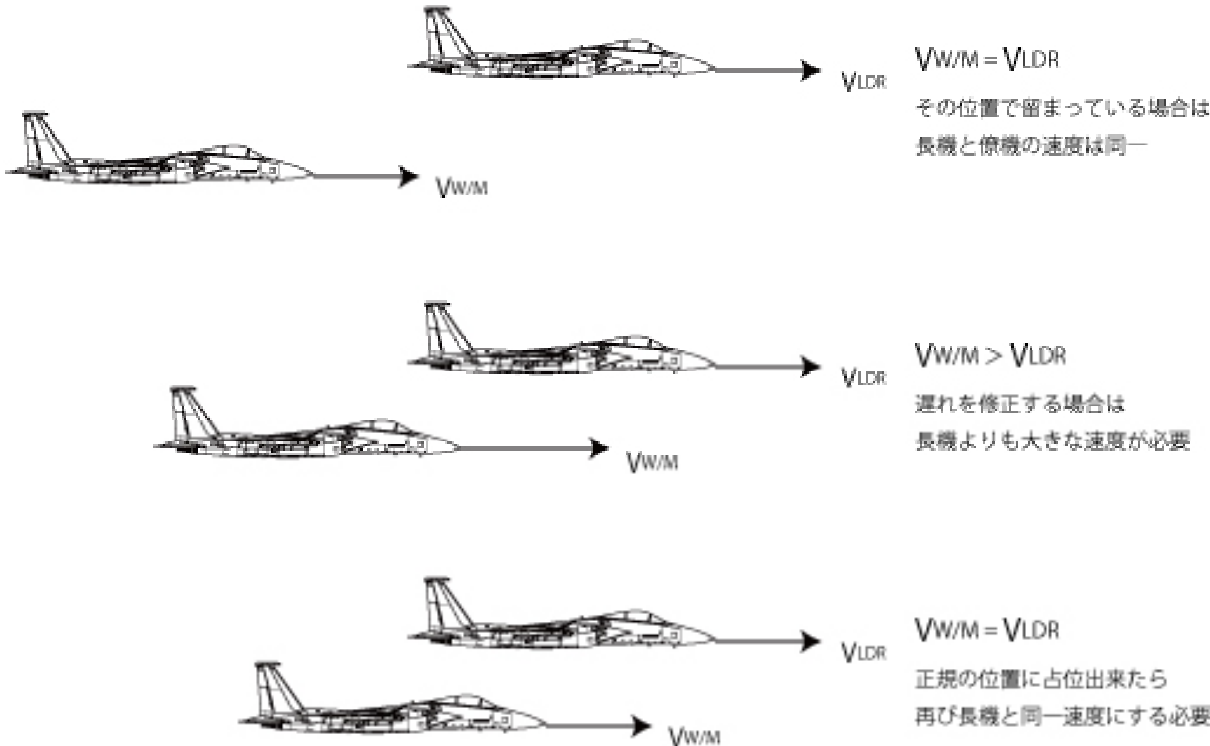
速度を上げるには、推力（パワー）を増加しますが、パワーを増加してすぐに速度が増えるわけではなく、少し遅れて速度がついてきます。

そして、速度が増えた後、揚力が増加して高度を上げようとします。

つまり、

【前に動かすために速度を増やすと、上昇しようとする。】

事になります。



また、航空機の使用している翼型によっては、パワー（速度）の増加や減少に伴って、ピッチ方向の回転が生じる場合もあります。（風圧中心が変化することをいいますが、ここでは詳細は割愛します。）

航空機によって、また増減するパワー（ひいては速度）によって、機首の上げ下げモーメントが生じることを理解する必要があります。

（2）左右軸

左右軸は航空機の重心を通る各翼端を結んだ軸になります。

通常、幅や横距離と呼ばれることもあります。

幅をコントロールするのは、航空機の機首方位です。

長機に対して、右側に占位していると仮定します。

この時に、より近づきたい、つまり左側に移動したい場合は、機首方位つまり進路を左に向ければ、幅が縮まることとなります。

しかし、そのままにしていると長機とぶつかることとなりますので、適切な位置に移動できたら、長機と同じ方位に戻す操作が必要となります。

長機から遠ざかりたい場合は逆の操作となります。

この時の方位（進路）を変える量は一概には言えません。

例えば、1,000ft 幅を縮めるときと、1ft 縮めるときとでは、必要な方位量は異なります。

しかし、具体的に、「〇〇 ft 動かしたいから。〇〇度」という解答はありません。

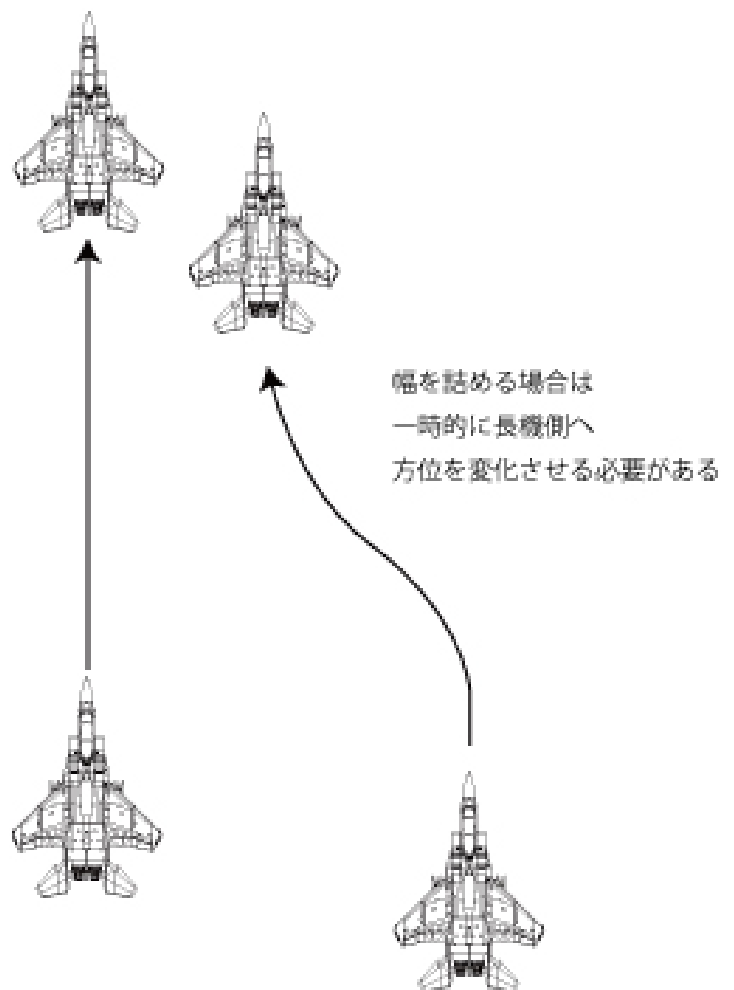
ここで重要なのは、【自分がコントロール（制御）できる量】が必要なものなのです。

訓練初期では、できるだけ早く修正したいという気持ちが働き、過大な操作（修正量）を使用しがちですが、これは間違いです。

まず、自分が制御出来る修正量であること、かつ「いつでも止めることが出来る。（元の方位にすぐに戻せる。）」修正量をつかむことが重要です。

また、さらに厳密なことを言えば、方位が変化しますので、長機の進行方向に対して、わずかに方向が変わる事となります。

つまり、進行方向に対して、（前後軸の）遅れが生じることを考慮する必要があります。



(3) 上下軸

上下軸は航空機の重心を通る鉛直方向の軸になります。

高さと言えば良いのですが、編隊飛行では長機に対する高度ということで、「機高差」という言葉を使用します。

機高差をコントロールするのは、航空機の高度です。

長機に対して、右側に占位していますが、機高差が足りない（高度が低い。）状態にいと仮定します。

前述したように、高度を上げるには機首を上げて上昇する必要があります。

しかし、単純に機首を上げただけでは、速度が減少しますので、機高差が直っても、前後軸では遅れることになります。

つまり、正解は、【パワーを追加して、機首を上げる。】ことになります。

上下軸においても、修正後は元のパワーに戻さないと、今度は長機より前方に出てしまうことに注意が必要です。

3 修正操作の特徴

(1) 半量修正

編隊飛行において、正しい位置に占位し続けることは不可能です。

実際に目の当たりにすると、あたかも長機から動いていないように見えますが、これは僚機が常に修正を連続して行っているためです。

修正操作は、一度に行っているように見えますが、実際は異なります。

具体的には、次のような順番で操作を行っています。

- ① 正しい位置に対して、どの軸がずれているのか確認する。
- ② 修正すべき軸において、必要な修正量を確認する。
- ③ ②の修正量の半分を修正する。
- ④ ①に戻る。

つまり、常に半分の修正を行っている事になります。

100cm 動かしたいのであれば、まず50cm 動かしてみて、位置の確認をおこない、必要に応じて、さらに50cm を25cm になるように修正する。

この繰り返しになります。

一度に大きな修正を行うと、次に述べる「おつり」の影響が出てくるためです。

(2) 「当て」と「おつり」

編隊飛行における操縦桿やスロットル操作に対して、「当て」や「おつり」という言葉を使

用する事があります。

これは、各軸の説明にあった、

「足したパワーは、（正しく占位出来たら）元のパワーに戻す。」

「変化させた方位は、（正しく占位出来たら）元の方位に戻す。」

という操作に対して、「足したり、変化させること」を「当て」と表現します。

「おつり」とは、元に戻さなかった場合に生起する、航空機の挙動を指します。

編隊飛行では、常に「当て」を意識して、「おつり」をもらわないように着意する事が重要です。

（3）初動の発見

編隊飛行は、気を抜く時間はありません。

かといって、常に高度な緊張状態を継続することは、編隊としての意味がありません。

実際に、航空自衛隊の操縦者は通常編隊をはじめとする各種編隊隊形の保持は、特に意識することなく自然に行っています。

これは、初動を見つけることが非常に早いためです。

編隊飛行では、定められた位置に占位し続ける事になりますが、言い換えれば変化したらすぐに修正を行う必要があるということです。

正しい位置から変化していくことを放置すれば、やがて過大な修正が必要になります。

つまり、

【僅かな変化を素早く見つけることによって、最小限の修正で占位している。】

と言えます。

この僅かな変化を「初動」と呼称しています。

正しい位置に占位した後、そこから動き始める僅かな挙動（機体の動き）を察知することが、初動の発見につながります。

4 編隊飛行の機動理論

今までの各軸の説明や操作方法は、「水平等速直線飛行」が前提になっています。

実際の編隊飛行では、長機が機動することがほとんどで、真っ直ぐ飛んでいる時間はとても少ないのが現状です。

では、実際に機動を行う上で、僚機の操縦はどのような物なのでしょう。

ここでは、通常編隊の隊形において、長機の右側に占位して、左に水平旋回を行うことを事を考えてみます。

右側に僚機がいる状態で左旋回することを、僚機のいる位置を基準に「外側旋回」と呼称しています。

（1）旋回初期

長機が旋回のために、徐々に左に傾けていく（左バンクをとる。）時、僚機も同じように、

バンクをとる必要があります。

実際に今どれくらいバンクをとっているかを長機は教えたりはしません。

つまり、僚機は長機のバンク角度を目視で測り、それと同じだけのバンクをとる必要があります。

ちょっと・・・無理ですよ。

もちろん、翼の傾きを見てある程度の推測はしますが、実際に利用しているのは、「幅」を見えています。

つまり、

- ・幅が広がるようであれば、バンクが浅いので、深くする。

- ・幅が縮まるようであれば、バンクが深いので、浅くする。

これを連続的に行なって、長機とバンクを合わせて行きます。

つまり、幅を維持するようにバンクをコントロールします。

しかし、これだけでは不十分です。

外側旋回を行っている長機と僚機の軌跡を比べると、僚機の方がより長い距離を飛行する事になります。

つまり、陸上競技のトラックで、外側を走る状態と同じなのです。

バンクが深まるに従って、より長い距離を飛行しなければ長機に遅れをとることになります。

遅れないようにするためには、速度を増加させる必要がありますので、パワー増加も同時に行う必要があります。

(2) 旋回中期

長機と同じバンクをとり、旋回中はその状態を維持します。

しかし、旋回中は操作や外乱等により正しい位置が保持できないことがあります。

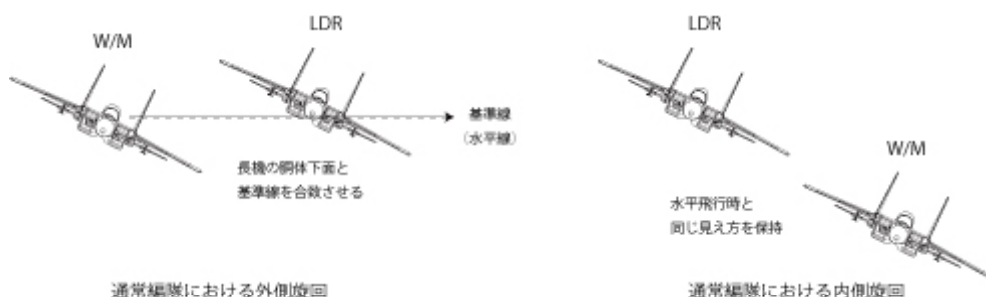
この場合でも、各軸がどのような状態なのかを見極めて、一つ一つ修正することが重要です。

ウ 旋回後期

基本は旋回初期の逆操作になります。

特にロールアウト（旋回終了時）に発生するのが、長機とバンクが合わず、幅が増減する事です。

単純にバンク角を合わせるだけでなく、ロールレート（バンクを緩めていく速度）を同じにすることで、極端な幅の変化を抑えることができます。



5 ウェザーフォーメーション

通常編隊で旋回を行う場合は、通常旋回とウェザーフォーメーションと呼ばれる旋回の2種類があります。

外側旋回の場合は、

- ・通常旋回：長機と同高度を飛行する。
- ・ウェザー：通常編隊の見え方を維持する。（高度が上がる。）

内側旋回の場合は、

- ・通常旋回：通常編隊の見え方を維持する。（高度が下がる。）
- ・ウェザー：通常編隊の見え方を維持する。（高度が下がる。）

となり、それぞれ異なりますので注意が必要です。

基準線（水平線や地平線）を視認する事が出来る場合、僚機は基準線を利用して高度保持やバンク角が分かるため問題ありません。

しかし、雲中飛行や視程が悪い状況では基準線が見えないため、極端な状況では「どちらにバンクをとっているか分からない。」といったバーティゴを誘発する危険性があります。

このため、天候不良時にはウェザーフォーメーションを使用しています。

例外として、3機以上の編隊でウェザーフォーメーションを使用すると、一番外側の僚機は非常に大きな機高差（上昇降下）が必要となるため、使用しません。

言い換えれば、悪天候下の編隊飛行は3機以上では行わないことが原則になっています。

第6章 手信号及び機体信号

1 手信号

非常に多くの種類がありますので、ここでは一般的に使用しているものを紹介します。

(1) 数字

1～5：指を鉛直方向に立てることによって指示

6～9：指を水平方向に立てることによって指示

0：握りこぶし

連続した数字：1つの数字を出す毎に、キャノピーフレームから手を隠す。

(2) 周波数変更

握りこぶしを作り、親指と小指を立てて、水平方向に反復して動かす。

(3) ランナップ

握りこぶしを作り、人差し指と中指を立てて、回す。

(4) パワーの増減

握りこぶしを作り、反復して前へ動かす。(増加)

握りこぶしを作り、反復して後ろに引く。(減少)

(5) プレーキリリース(離陸)

頭を後方に倒した後、前へ動かす、その1秒後にブレーキを離す。

(6) スピードブレーキの開閉

4指をそろえ、親指と付けたり離したりする。

相手が確認(うなづく)したならば、キャノピーフレームから手を隠す。

頭を後方に倒した後、前へ動かし、その1秒後に操作する。

(7) フラップの操作

5指をそろえ、水平方向に前後に動かす。

相手が確認(うなづく)したならば、キャノピーフレームから手を隠す。

頭を後方に倒した後、前へ動かし、その1秒後に操作する。

(8) 脚の操作

握りこぶしを作り、親指を立てる。

脚上げの場合は親指を上、脚下げの場合は下にして、上下の数回動かす。

相手が確認(うなづく)したならば、キャノピーフレームから手を隠す。

頭を後方に倒した後、前へ動かし、その1秒後に操作する。

2 機体信号

(1) ロック・ウイング

翼を左右に振る。

意味：空中集合(通常編隊)せよ。

(2) ポーポイズ

機首を上下に動かす。

意味：単縦陣隊形に移行せよ。

(3) フィッシュ・テイル

垂直尾翼を左右に振る。

意味：疎開隊形に移行せよ。

(4) ディップ・ウイング

右または左へ一瞬だけ翼を傾ける。

意味：傾いた方向へ移動（クロス・アンダー）せよ。

3 緊急状態を表す信号

編隊飛行を問わず、飛行中の緊急状態を手信号で示すことができます。

(1) HEFOES シグナル

HEFOES とは、航空機の各系統の頭文字をとって、その系統の故障や異常状態を表します。

握りこぶしを回した後、数字を示して HEFOES を表します。

1 : H : Hydraulic : 油圧系統故障

2 : E : Electronic : 電気系統故障

3 : F : Fuel : 燃料系統故障

4 : O : Oxygen : 酸素系統故障

5 : E : Engine : エンジン故障

6 : S : Air Speed Indicator : 速度計故障

(2) 無線機故障

ATC トランスポンダーを使用するほか、編隊内で伝える方法として以下があります。

ア 送信不良：マイク（マスク）を数回叩いた後、上向き握りこぶしを開く。

イ 受信不良：ヘッドセット（ヘルメット）を数回叩いた後、上向き握りこぶしを開く。

(3) 緊急脱出

外部から緊急脱出を指示する場合や相手に指示する場合に使用します。

天井のキャノピーを突き上げるように、握りこぶしを突き上げる。

相手に使用する場合は、相手を指さしてから行う。