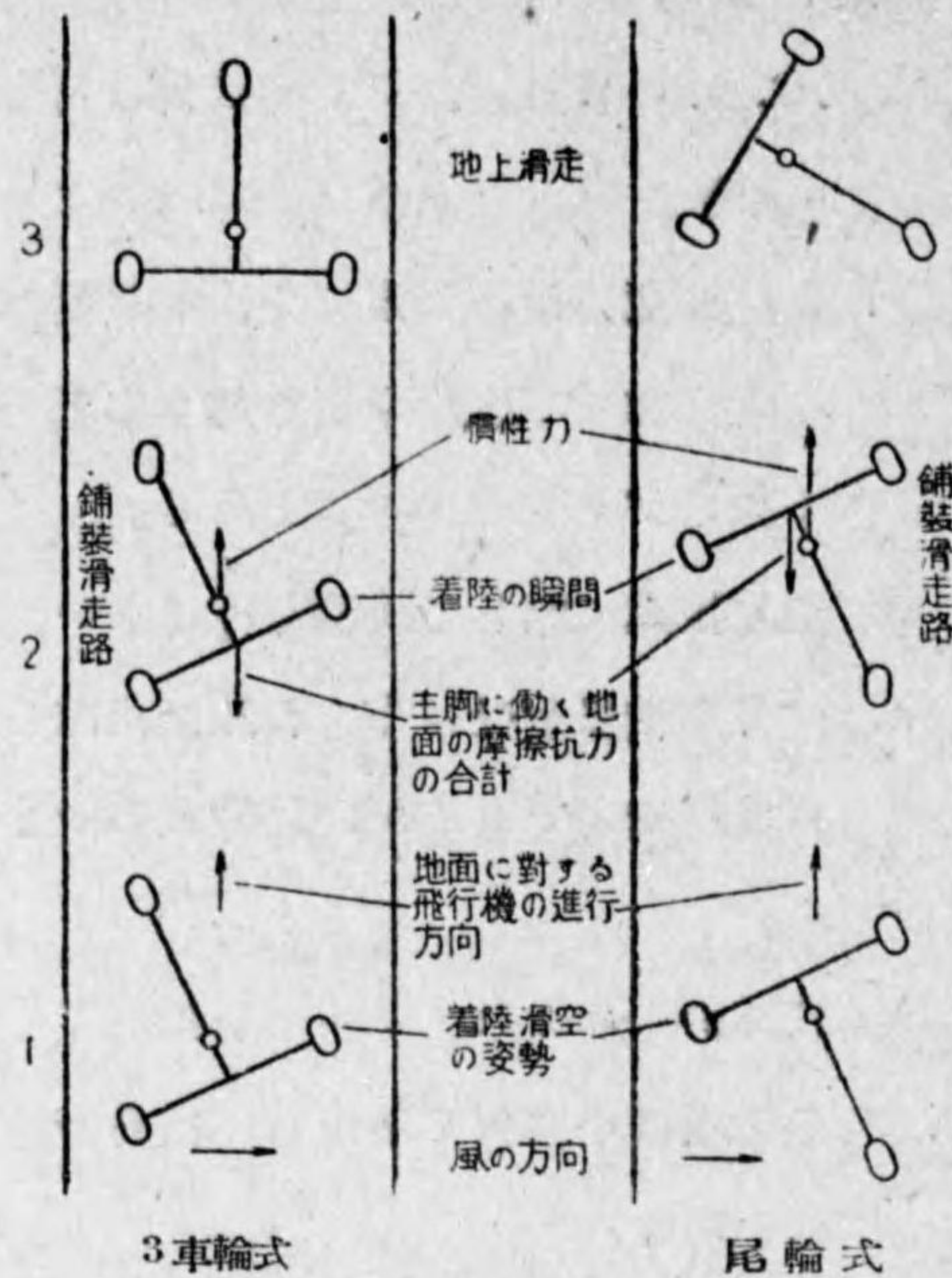


式では3のやうに機體の方向が飛行機の進行方向と一致するが尾輪式では益々進行方向と機體の方向とのなす角が増加する。3車輪式脚は以上のやうな利點があり、飛行機操縦上、最も難事とされた着陸操作を著しく容易にしたところに特徴がある。然し着陸の時の迎角を小さくすることは、滑空距離を増し、また首輪引込みの爲に、重要な胴體前部の空間が費される等の不利益も伴つてゐる。



第210圖 横風を受けて着陸する3輪式脚を持つ飛行機の安定性

5. 離水滑走

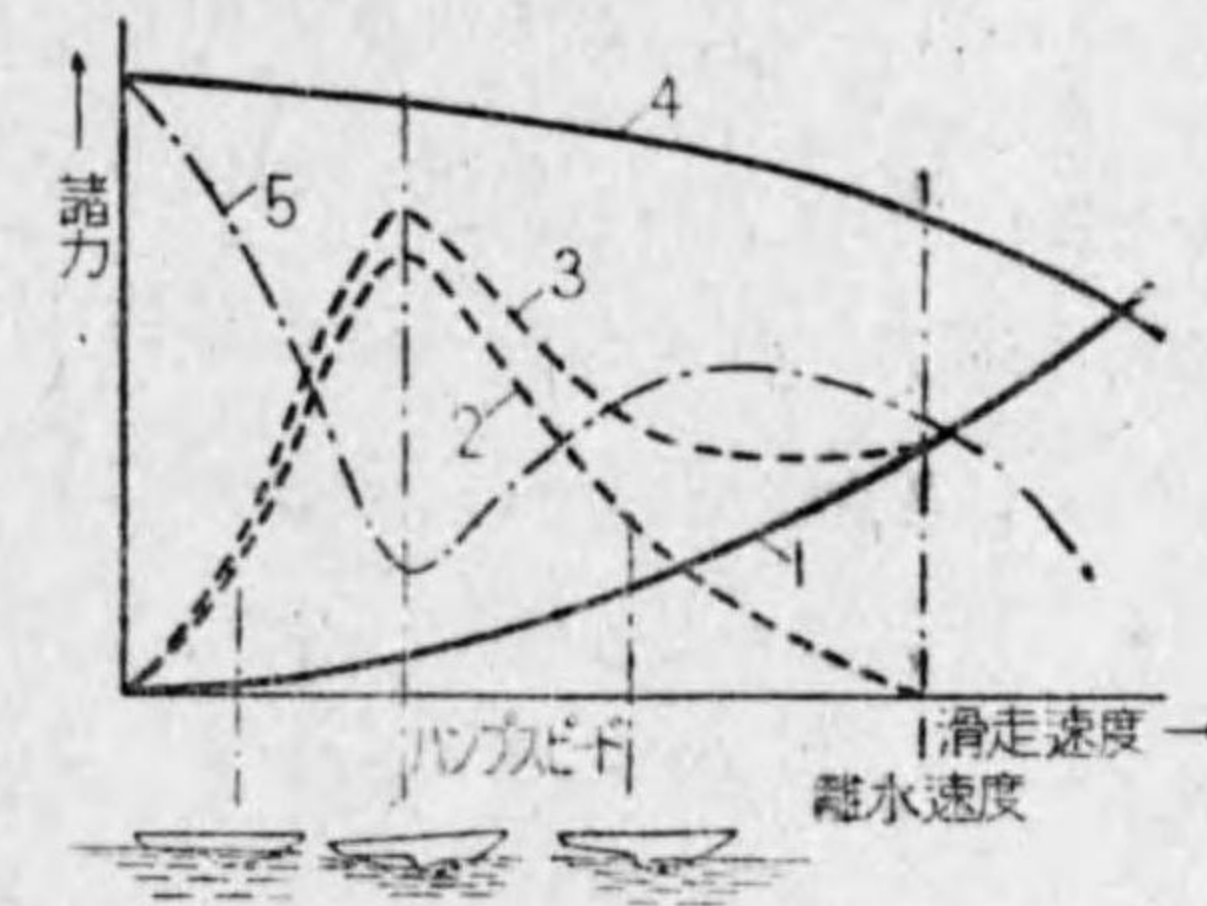
水上機や飛行艇が水面から離昇するときには空気抗力の他に水面摩擦が働く。第212圖はこれらの抗力及びプロペラの推力の變化を示してゐる。今飛行機が静止の状態から滑走を始めて離水するものとすれば、全機の空気抗力(1)は速度の加はると共に増加する水の抵抗(2)は最初の間は急激に増加するが、一旦或速度に達すると速

かに減少を始め、離水時には全く失はれる。これは速度の増加するに従つて、翼の揚力が増して機體が引上げられ、浮舟が浮び上つて前方の底面で水面を滑べ



第211圖 離水刹那の水上機

るやうになるからであつて、この状態を滑水状態といひ水の抵抗の最大となつた時の速度をハンプスピード (Hump speed) といふ。この二つの抵抗を合せたものが3の曲線で表される。プロペラ推力



第212圖 離水滑走に於ける諸力の關係

は、4の曲線のやうに速度の高まるに従つて減少する。抵抗の總計とプロペラ推力との差は5の曲線で示される。即ち飛行機はこの餘力で次第に速度を早め遂ひに離水速度にまで到達して離水する。

離水は離陸に比べて一般に困難であるから有效搭載量を減じ、發動機の馬力を増し或は翼面積を大きくして翼面荷重の軽減を計る。

## 6. 離昇補助装置

水上機を船の甲板上から離昇させ、或は重量物を満載した飛行機を離昇させる場合には、離昇補助装置が利用される。今迄に實用され、また研究されてゐる離昇補助装置中の主なるものは、次の4種がある。

- 1 カタパルト (Catapult) 式 (加速射出式)
- 2 飛行中に燃料を供給する方法
- 3 親子式飛行機の組合せ
- 4 滑走路を傾斜させる方法

(1) は艦上或は汽船の上から飛行機を離昇させる装置であつて長さ 15~20 m 位の臺上に臺車用のレールを装置し、飛行機を乗せた臺車を、壓縮空氣や火薬の力によつて急速にレール上に走らせ、飛行機に地上を滑走したと同様な速度を與へるものである。

(2) は航続時間の記録を作るために米國で行はれた方法である。即ち一臺の飛行機が飛行を續けてガソリンが消費される頃、他の飛行機がガソリンを積んで離昇し、空中でホースを下げて給油するのである。ケイ兄弟はロビンソン單葉機に搭乗しこの方法によつて、653 時間の記録を作つたが實用上には意義が少ない。

(3) はイギリスのマーヨー氏によつて發明されたもので、大型の飛行機にそれよりも小型の水上機を載せ、下積みの親飛行艇の過剰馬力で離水を容易にし、離水後上積みの小型飛行機を離脱させ、高性能を發揮させやうとしたものである。

(4) は滑走路を傾斜させ飛行機をこの傾斜面に沿うて走降させる



第 213 圖 親子飛行機

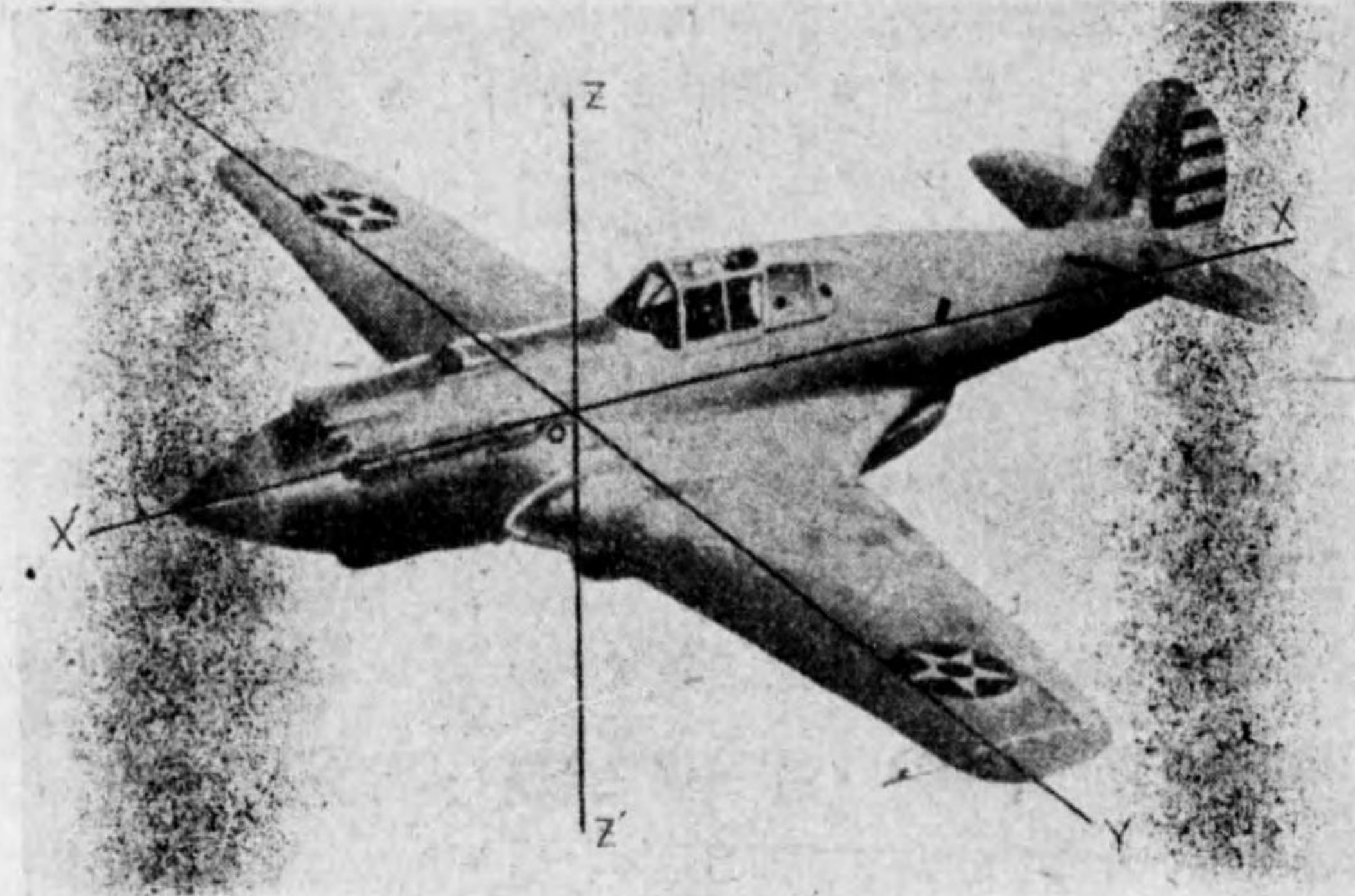
もある。

この他親子飛行機と逆な試みが最近考へられてゐる。即ち爆撃機の頂上に一箇の小發動機附のグライダー型機を取付けて翼面積を増加し、主機と補助機との總重量に對する翼面荷重を、安全に離昇出来る程度にまで引下げたものである。離昇後はそのまま飛行を續け、燃料油の消費によつて主機の重量が減少し、單獨に適當な飛行を繼續出来るやうになれば、補助機は主機から離脱して基地に歸還するものであつて長距離爆撃機の必要に迫られた結果の所産である。

## 第17章 飛行機の釣合と安定

### 第1節 總 説

飛行機の釣合と安定とを考へるには、これに働く種々の力の方向、大きさ並に力のモーメント (Moment) を基礎としなければならない。このために飛行機の重心を通る3本の軸を假定する。第214圖はその軸相互の關係を示したもので直線 XX' は重心 O を通り



第214圖 飛行機の3軸

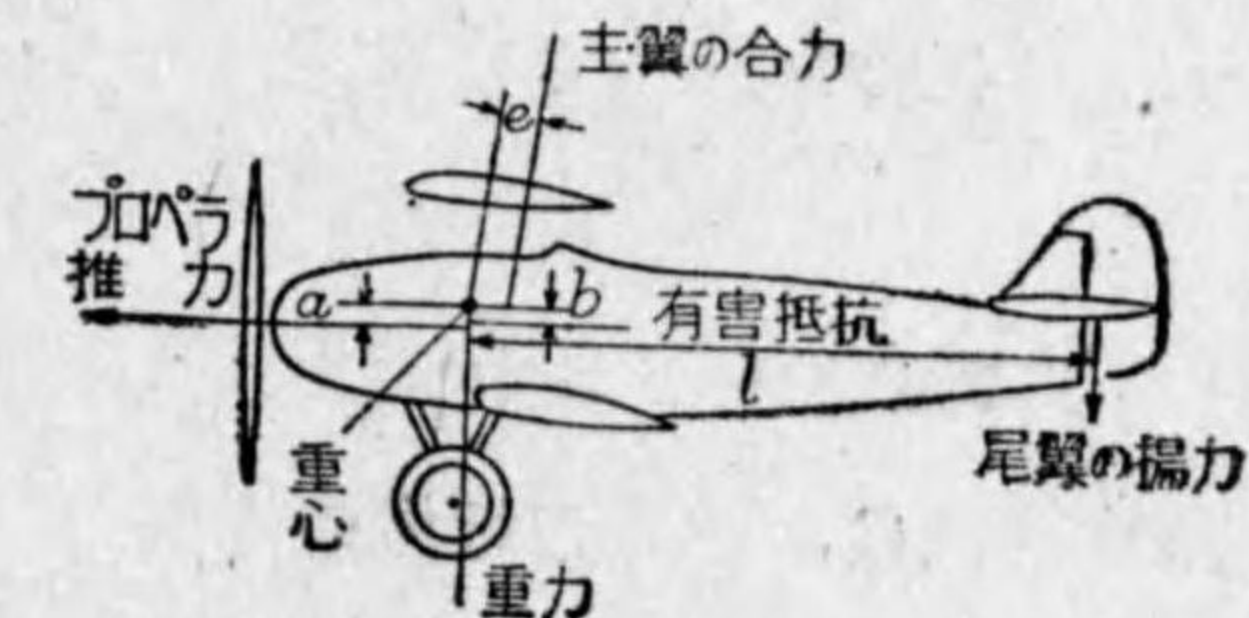
ロベラ軸に平行に引かれたもので前後軸といはれ直線 ZZ' は重心 O を通り前後軸に垂直に引かれたもので上下軸といはれて、飛行機が正常の姿勢である場合には鉛直となる。直線 YY' は重心 O を通り前後軸と上下軸とを含む平面に垂直であつて、左右軸といはれ、他の軸と共に飛行機の3軸と呼ばれる。

飛行機の釣合は3軸を中心として3方向に分けて研究する。左右軸のまはりのモーメントの釣合を縦の釣合ひといひ、機首を上げ下げする方向に飛行機を廻さうとするモーメントの釣合である。前後軸の周りのモーメントの釣合と、上下軸の周りのモーメントの釣合とを横の釣合といふ。即ち飛行機を左右に傾けやうとするモーメントの釣合とコマのやうに機首を右または左に回轉させやうとするモーメントの釣合とである。

縦揺 (ピッチング Pitching) とは、飛行機が左右軸の周りに揺れることで横揺 (ローリング Rolling) とは縦軸の周りに揺れることである。また偏軸 (ヨーイング Yawing) とは、上下軸の周りの揺れで翼端を前後に機首を左右に振る動揺である。飛行機はこの3種の動揺が発生した場合に、自然に元の姿勢に戻るやうに設計製作されねばならない。

### 第2節 縦の釣合

第215圖は、飛行機に働く諸力を5種に総合し、これらの力が前後軸と上下軸とを含む平面内で作用するものとした場合の釣合である。今重心の周りのモーメントをみるに重力 G は、重心を通るからモーメントを発生しない従つて



第215圖 飛行機の對稱面内に働く揚力

全體のモーメント = (主翼のモーメント)

-(尾翼のモーメント)-(推力のモーメント)

+(有害抵抗のモーメント)

全體のモーメント

$$=(主翼の合力) \times e - (尾翼の合力) \times l$$

$$- 推力 \times a + 有害抵抗 \times b$$

$$= R_e - R_H l - T a + W b$$

一般の設計では推力及び全機抵抗の作用線は、重心に極めて接近して通過する上、その方向が通常反対であるため互いに消し合ふ働きをするから、この2つを考慮外に置いて差支へがない。従つて

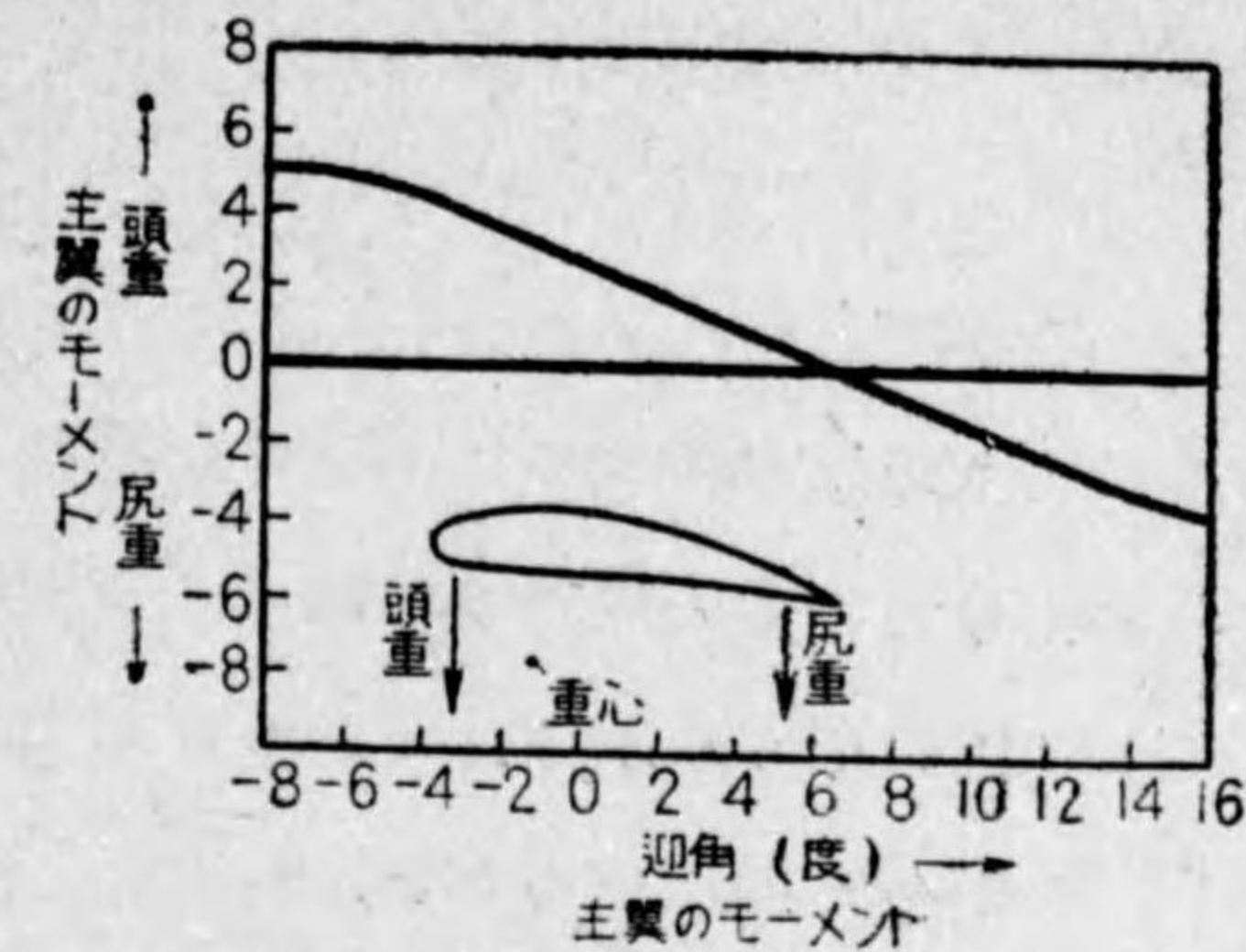
$$全機のモーメント = (主翼のモーメント) - (尾翼のモーメント)$$

となる。飛行機はこの全機のモーメントが0となる場合、即ち主翼のモーメントと尾翼のモーメントが等しくなる場合には、左右軸周りの回轉は惹起されない。次に主翼に働く空気合力Rの大きさと、重心からその作用線までの距離とは迎角によつて變化するから、その積である主翼のモーメントは、迎角によつて變化する。従つてその變化に對する調整装置が必要であつて、尾翼はこの調整作用を行ふ大切な任務を持つてゐる。

### 1. 主翼のモーメント

第216圖は、或る飛行機の主翼のモーメントが迎角によつて變つてゆく有様を示したものである。迎角を小さくするやうに働くモーメントを、頭重のモーメントといひ迎角を大きくしようとして働くモーメントを尻重のモーメントといふ。即ち頭重、尻重は頭或は

尻が下ることを表してゐる。今圖中の曲線を見ると迎角が増すに従つて、頭重のモーメントは減少して迎角6度のときには0となる。更に迎角が増せばモーメントは尻重のモーメントとなつて、



第216圖 主翼のモーメント

迎角と共にその大きさを増す。この變化の中で特別に大きな負角の場合を除き、曲線は連続的に右下に傾斜し、途中只一回だけモーメント0の線に交はるだけで、少しの水平部分もまた中垂みの部分もない。従つて迎角6度、モーメント0の場合には、翼は正常の姿勢を保つが、一度突風その他の原因で迎角が増すと、尻重のモーメントが発生して尾部が下がる。このために益々迎角は大きくなり、互ひに原因となり結果となつて停止するところがない。また迎角が小さくなつた場合には前と反対に頭重のモーメントが発生し、迎角は、このために益々小さくなつて、いつまでも停止しない。このやうに主翼だけのモーメントは、或る特定の迎角以外に於ては、一度突發的原因によつて迎角が變化して或傾向のモーメントが発生すると、このモーメントは、益々迎角の變化を助長して停止するところがない。従つて主翼だけの飛行機は極めて不安定な状況の下に置かれてゐるものであつて、丁度下げ振を圖のやうに



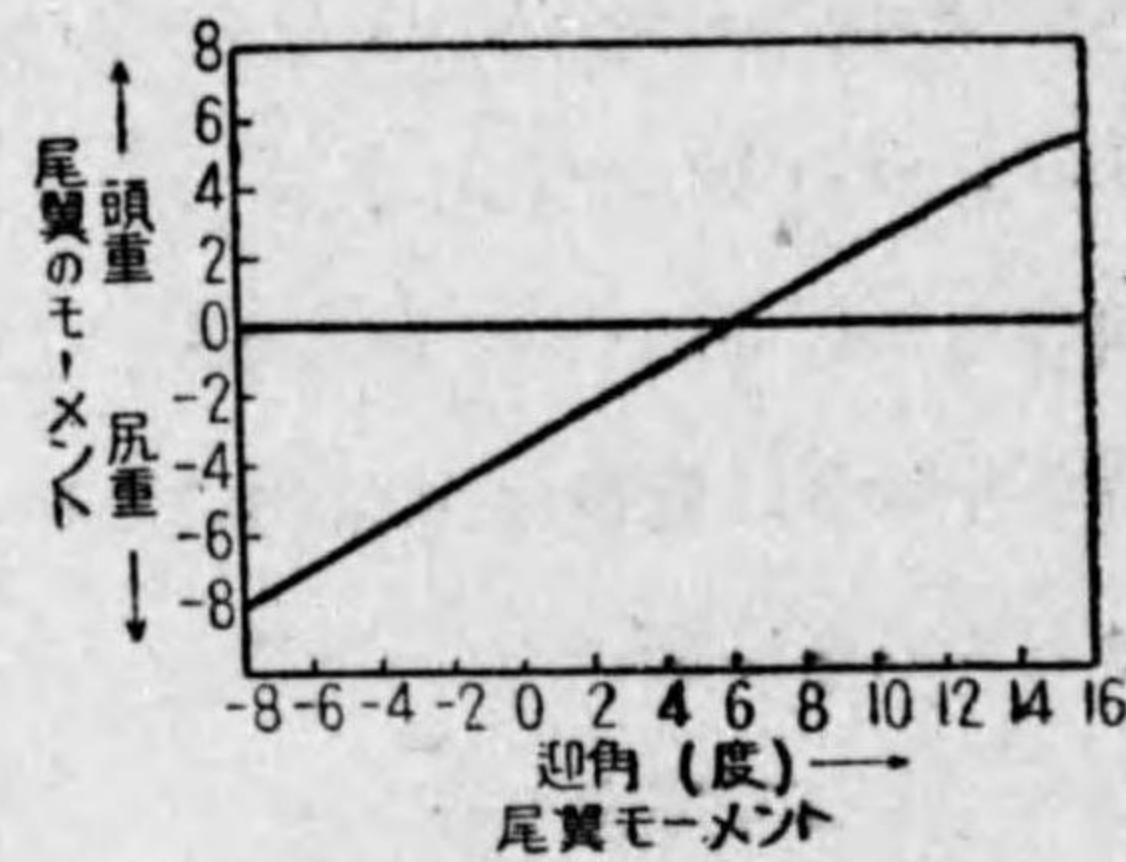
第217圖 不安定の釣合

平面に立たせたと同様である。

### 2. 尾翼のモーメント

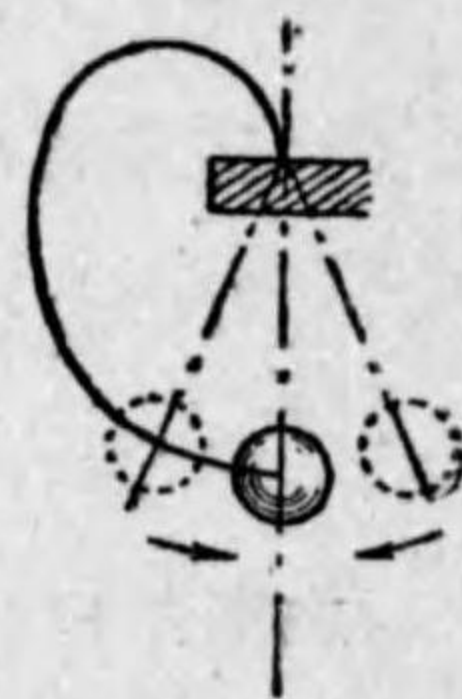
重心周りの尾翼のモーメントは、尾翼全体の法線分力と重心からその法線分力までの距離との積によつて表されり、迎角の函数として第218圖のやうに示される。圖の見方は、第216圖の主翼のモーメントの場合と同様であるが、

迎角に対するモーメントの變化の様子は全く反對である。即ち或事情のために迎角が増加すると、頭重のモーメントが増して迎角を減少させやうとして作用する。従つて尾翼に働くモーメントは、



第218圖 尾翼のモーメント

第219圖と同様な釣合の状態に置かれてゐるもので、突發的原因により迎角が増減して、尾翼が一時的に釣合の状態から遠ざかつて、再度原の姿勢に還へらうとする方向のモーメントが発生して、放置しても原位置に復歸する。



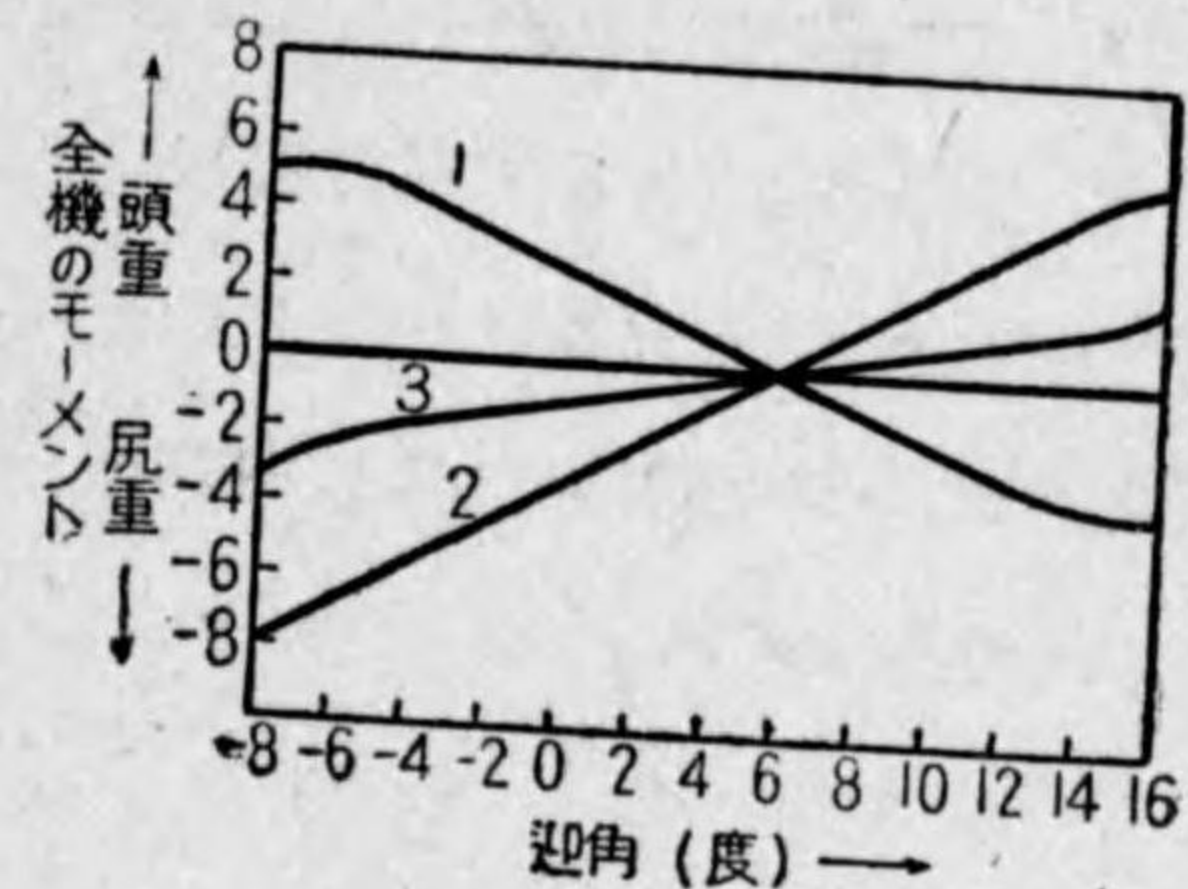
第219圖 安定の釣合

### 3. 全機のモーメント

飛行機全體からみれば、主翼には迎角の増減するに従つて、益々その傾向を増大しようとするモーメントの働きが、尾翼には主翼のモーメントの作用を受けて移動した尾翼を、その位置から主翼に對

する原の關係位置に戻さうとする即ち迎角を舊に戻す、モーメントが働く。尾翼のモーメントは、尾翼が機體の重心から遠い所にあるため、これに働く空氣力は小さいが、モーメントは、主翼のモーメントに釣合ふのに十分な大きさを持つてゐる。この尾翼のモーメントが主翼のモーメントに釣合つてゐる間は、飛行機は安定の状態を保つことが出来る。従つてこの2つ

のモーメントの釣合つてゐる飛行機は安定の良い飛行機で、釣合の悪い飛行機は不安定な飛行機である。第220圖は、この關係を示したものであつて主翼のモーメントと尾翼のモーメントとの和が全機のモーメントであつて、このモーメントを示す曲



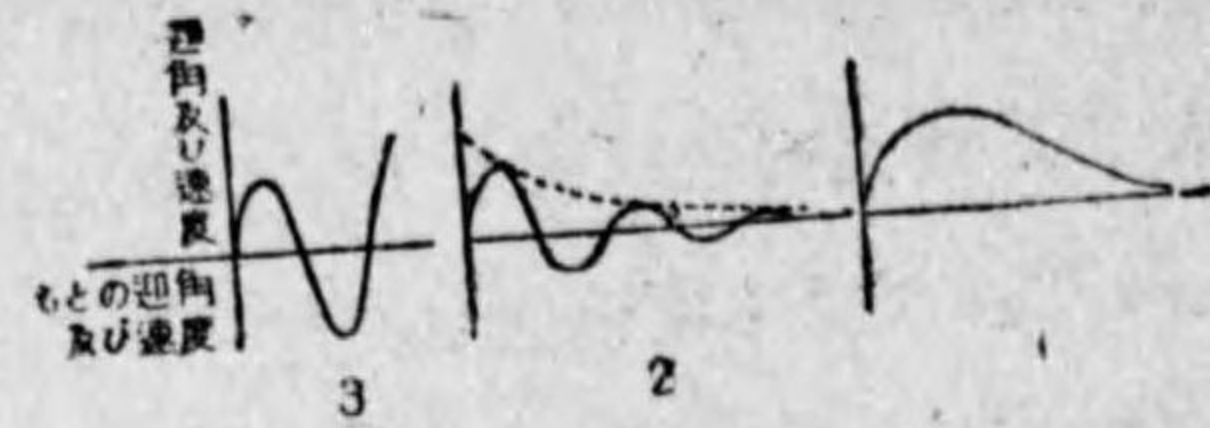
第220圖  
1 主翼のモーメント  
2 尾翼のモーメント  
3 全機のモーメント

線が常に右上りになる場合には安定であり、右下りの場合は不安定である。

### 4. 靜的安定と動的安定との關係

飛行機が突風等の作用によつて、或る姿勢から他の姿勢に移つた場合に、これを原の姿勢に復歸させやうとするモーメントが発生する場合には、その飛行機は靜的に安定であるといひ、そのモーメントを發生する性質の多小を靜的安定の良否によつて表す。また飛行機が一旦姿勢を亂した後、その靜的安定によつて原の姿勢に復歸

する場合の運動状態は、各機毎に異なるものであつて、これを動的安定といつてゐる。



第 221 圖

この動的安定は、これを第221

圖のやうに3つの場合に分けることが出来る。即ち

1. 非周期的に運動して原の姿勢に復歸する場合。
2. 減衰運動をして原の姿勢に戻る場合。この 1.2 の場合は動的に安定である。
3. 振動の振幅が次第に増加する。この場合は動的に不安定である。

### 5. 減衰モーメント

飛行機が動的に安定である場合には、必ず静的に安定であるが、静的に安定であることが、必ずしも動的に安定であることにはならない。今静的に安定である飛行機の釣合が、飛行中に破れて變位したとすれば、その静的安定によつて、原の姿勢に復歸しようとする運動、即ち復原運動が起る。然しこの場合に、その復原運動を阻止しようとする作用が伴はないか或は微弱な場合には、釣合つた原の姿勢を中心として、何回となく前後に同じ運動が繰返される。また特別の場合には、かへつてこの運動を助長させるやうなモーメントが作用して、運動は益々激しくなつて停止することがない。従つて動的に安定であるためには、復原運動を適當に阻止するやうなモーメントが必要であつて、このモーメントを減衰モーメントといひ、

その作用を受けて、次第に運動を減じて、遂ひに原の姿勢に歸る運動を減衰運動と呼んでゐる。

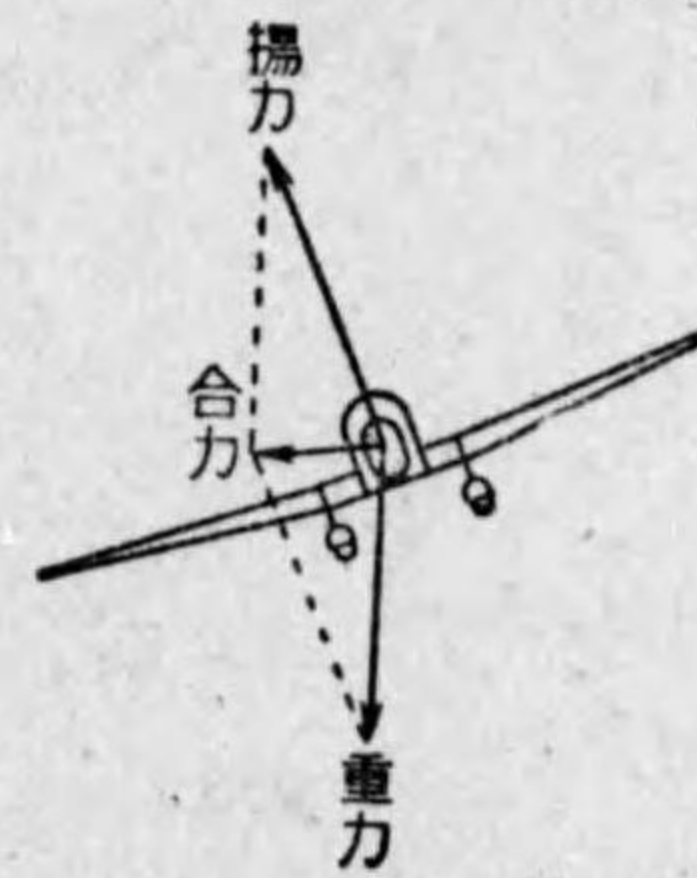
第 221 圖 1.2 は減衰運動を伴ふものであつて、このやうな性質を持つ飛行機は動的に安定である。実際には2の場合が多く、また最も望ましいものである。

### 第 3 節 横 の 釣 合

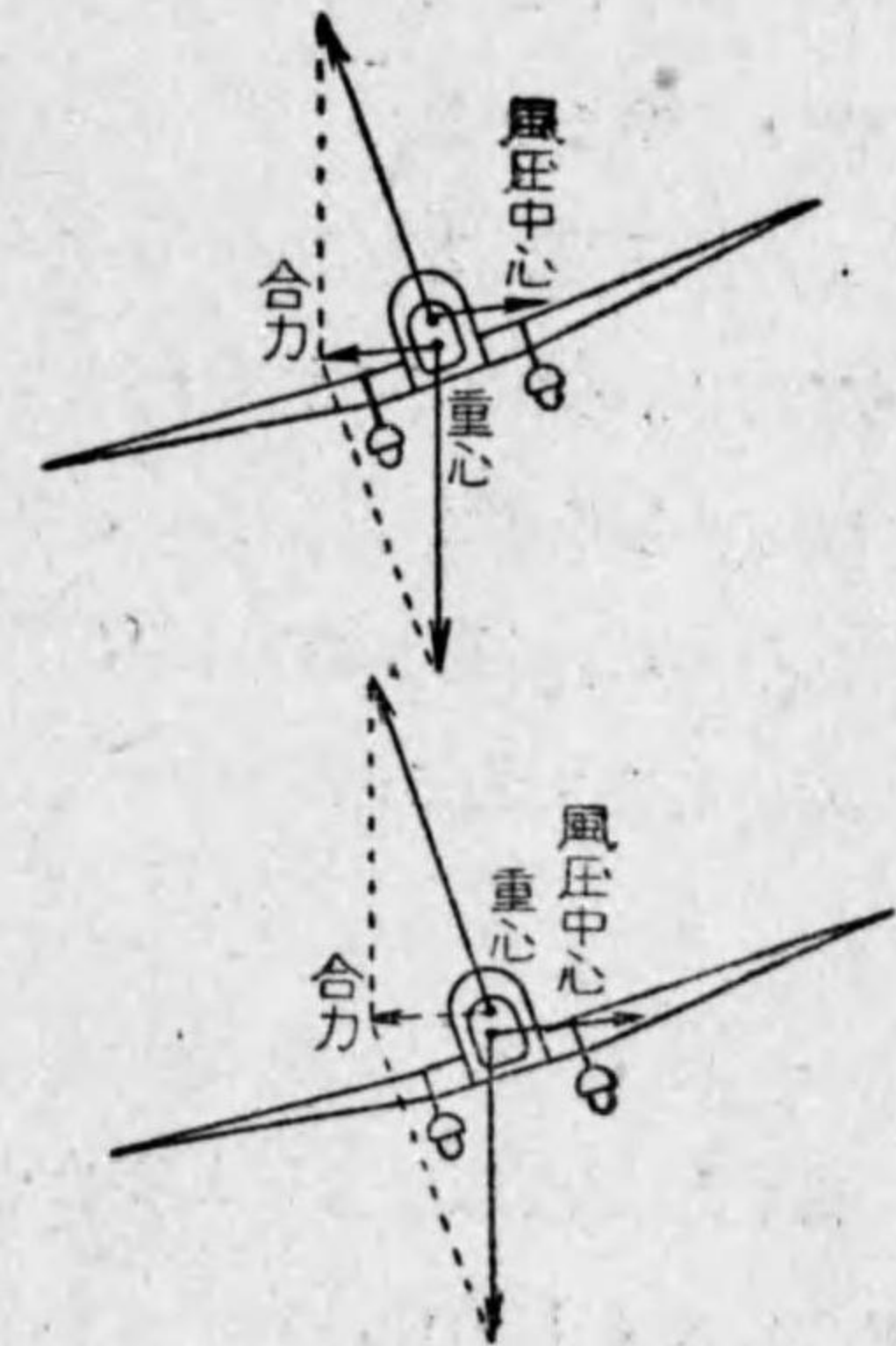
飛行機の上下軸及び前後軸まはりの釣合を横の釣合といひ、この2軸の決定する平面、即ち對稱面を垂直に保つて飛行する場合には、この釣合は自然に保持されてゐる。

#### 1. 前後軸まはりのモーメント

飛行機が突風を受けて、突然に前後軸を中心として傾いた場合には、重力と揚力は第 222 圖のやうに傾き、その合力の作用を受けて、飛行機は横滑りを始める。従つて風は、飛行機の正面を横滑りの方向に外れて、斜め



第 222 圖 機體が傾斜した場合の力の釣合



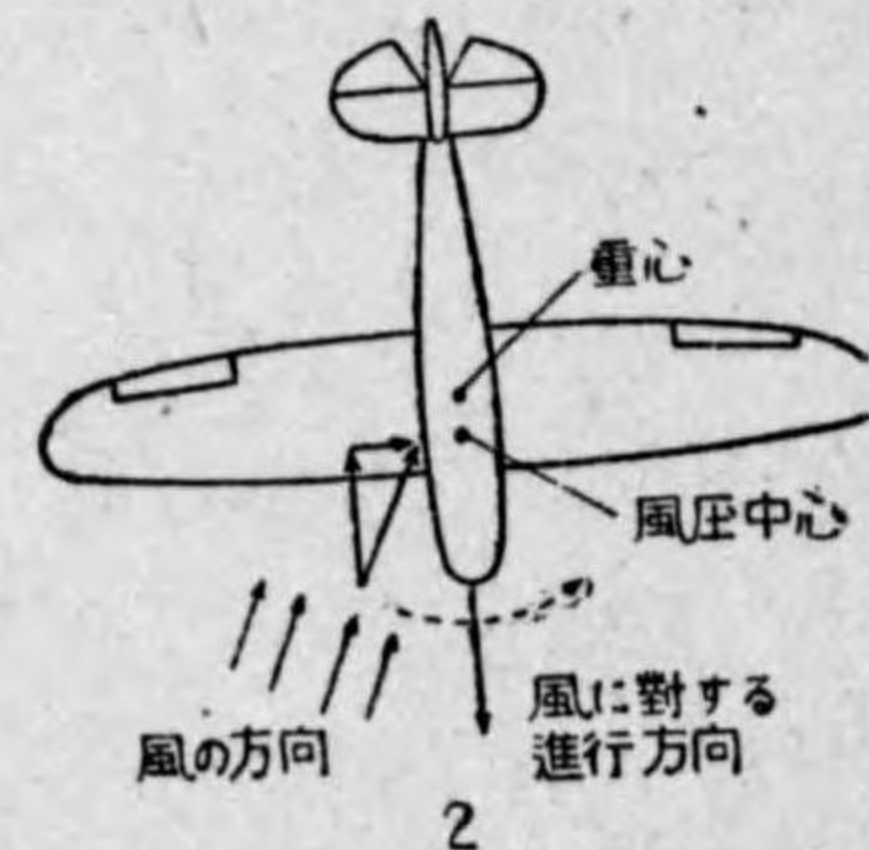
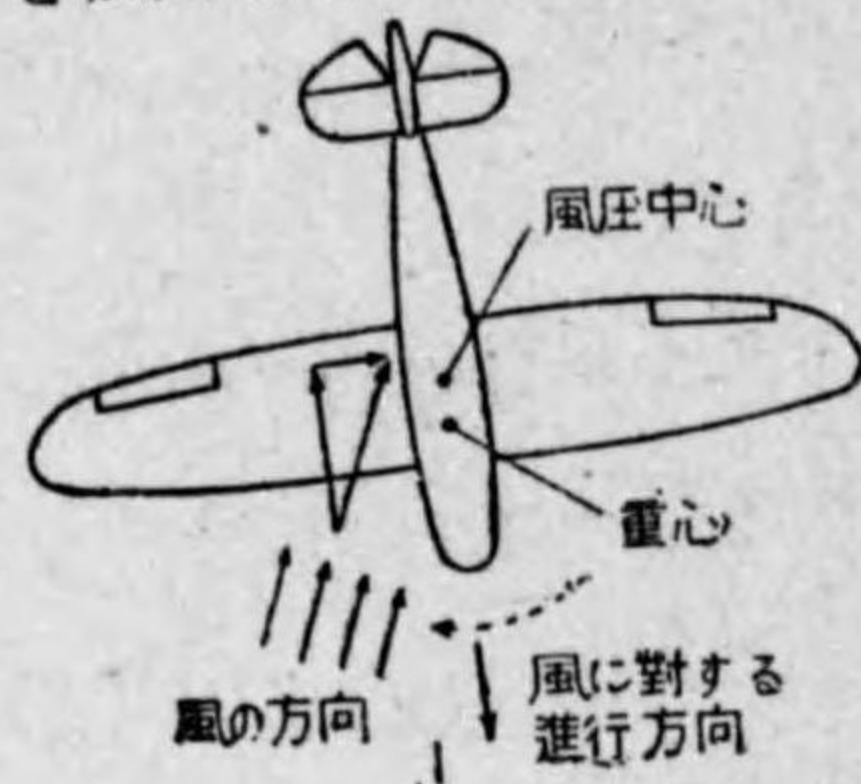
第 223 圖 側方より受ける空氣力の中心と重心との關係

方から機體に當る。この時飛行機の側面に對する風壓中心が第 223 圖 (1) のやうに飛行機の重心より上方にあれば、下がつた側の翼を上げて、水平の状態に復歸しようとする横揺れのモーメントが働くが、もし第 223 圖 (2) のやうに風壓中心が重心よりも下方にあれば、傾を増すやうな横揺れのモーメントが作用して、飛行機は益々傾斜を増加する。また風壓中心が飛行機の重心の後方にあれば、機首を風の方向へ立てなほさうとする偏揺モーメントが作用して、飛行機は前と同様、風に直面して進行するやうになる。(第 224 圖 1)

然し風壓中心が重心の前方にあれば、機首を風の方向から遠ざけようとする偏揺モーメントが働いて、第 224 圖 2 のやうに進行方向は風の方向から益々離れてゆく。従つてこのやうな状態にある飛行機は、不安定であるといふことが出来る。依つてこれを綜合すれば、飛行機が横風を受けた場合に、機體側面の風壓中心は、機體重心の後、上方にあることが肝要である。

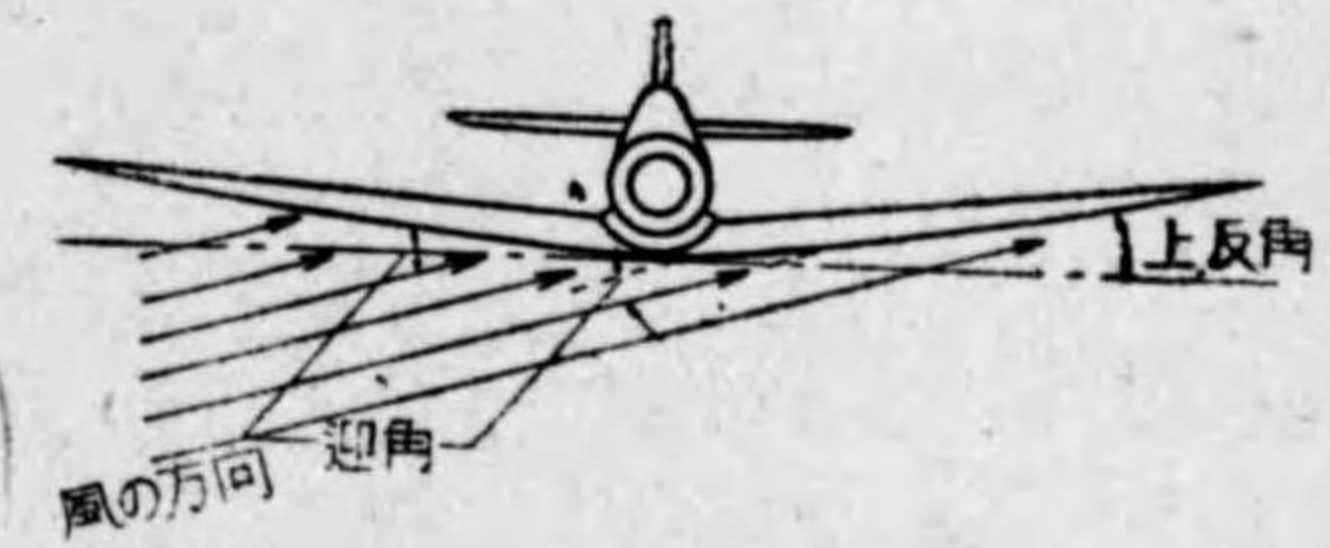
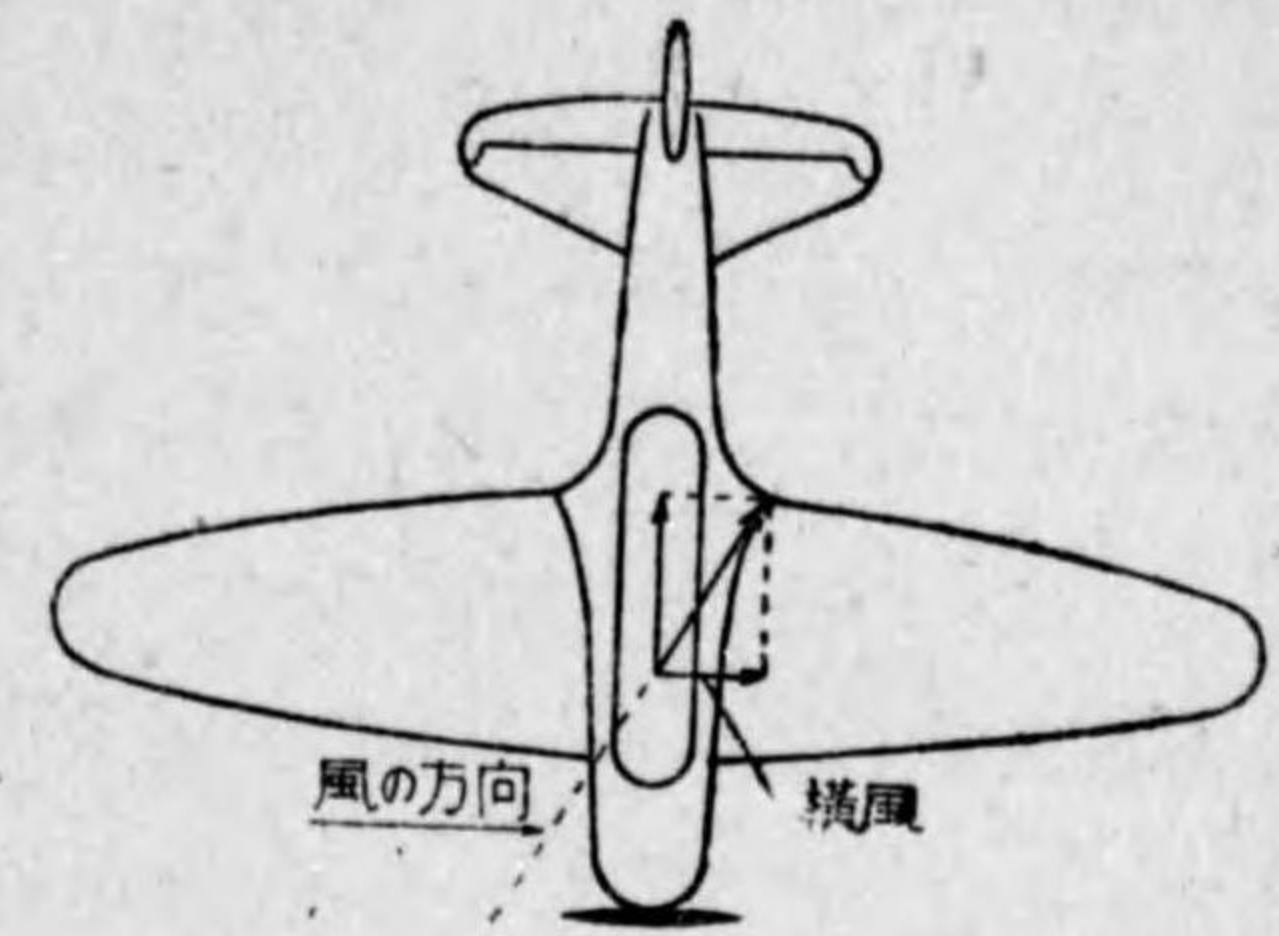
### 2. 上反角

飛行機が横風を受けた場合の安定を一層よくするために、主翼を水平面に對して上方へ反らせる。この時主翼と水平面との夾む角を上反角といひ、その大きさは



第 224 圖 側方より受ける空氣合力と重心との關係

通常、 $2\sim 5^\circ$  である。今第 225 圖のやうに、上反角を持つた主翼が横滑りを始めると、横風を受ける側の主翼は風に對する迎角が大きくなり、揚力及び抗力共に増加するが、これと反對の側にある翼の迎角は小さくなつて揚力、抗力とも減少する。この左右の翼に生ずる揚力或は抗力の差は、それぞれ横揺及び偏揺を少なくするモーメントを誘致して、飛行機が原の姿勢を取戻すやうに作用する。



第 225 圖 上反角の效果

### 3. 横揺れによつて生ずるモーメント

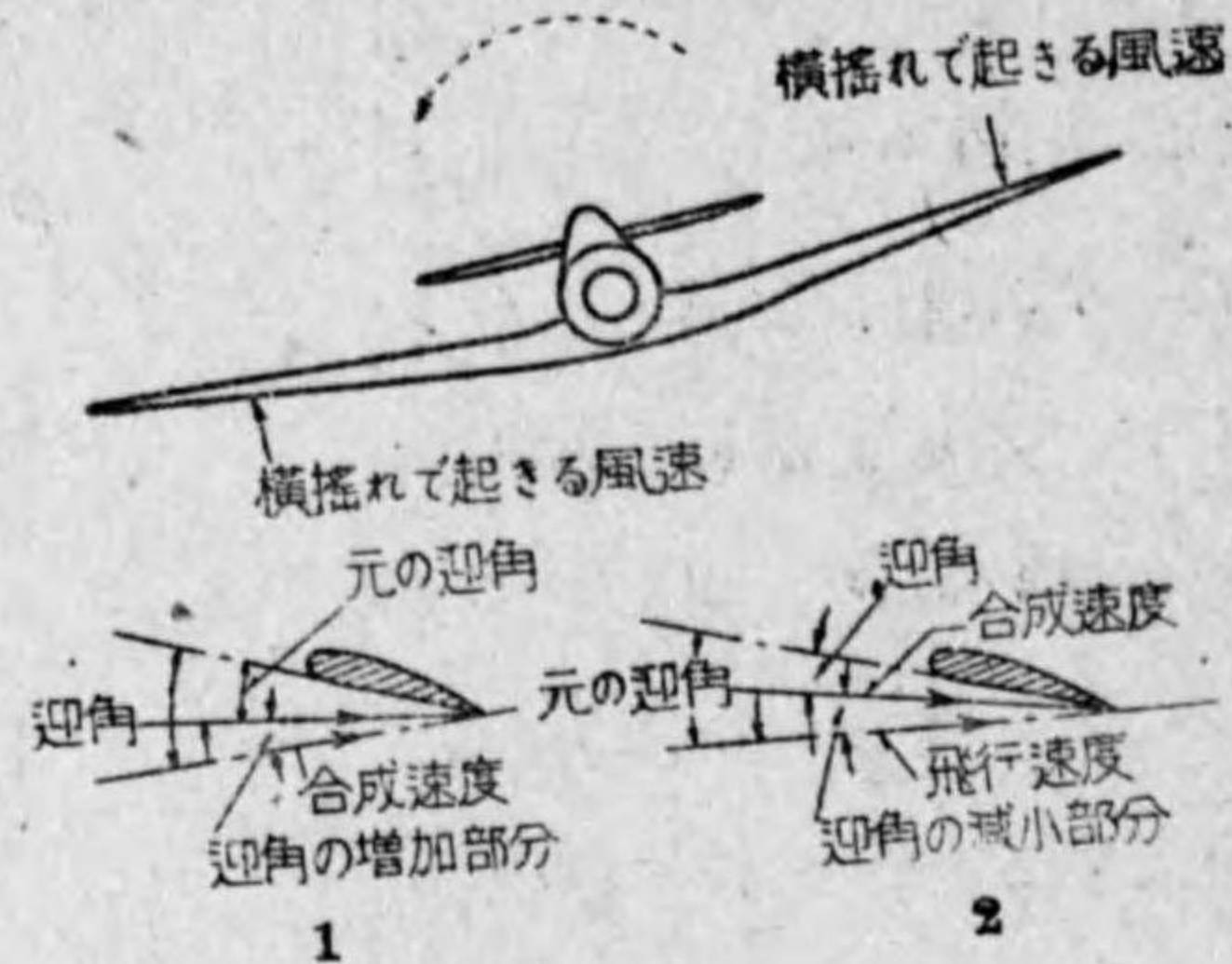
今飛行機が第 226 圖のやうに、何かの原因で横揺れを始めたとき、下の方の翼には飛行速度と横揺れによつて生じた上向きの風の速度との合成した速度の風を受け、迎角は第 226 圖 1 のやうに大きくなり、限界角以内では揚力と抗力とが増加する。また上の方の翼では、これと全く反對な變化を受けて、迎角は小さくなり、揚力も抗力も減少する。従つて兩翼に發生する揚力の差からは、飛行機の横揺れ運動を阻止するモーメントが働き、抗力の差からは偏揺モー

メントを生じて、飛行機は偏揺運動を起す。然し一旦偏揺運動が始まると前に出る方の翼では、飛行速度と偏揺れによる速度の和だけの速度を持つ風を受け、後に退る方の翼では、その差だけの速

度の風を受ける。この風速の差によつて両翼に発生する抗力及び揚力の大きさに差が出来る。抗力の差は、偏揺運動を阻止するモーメントを生じ、揚力の差は横揺れのモーメントを生じる。以上のやうに、飛行機が横揺れ運動を起すとこれを阻止しようとする横揺れモーメントと共に、偏揺モーメントが発生する。またこの偏揺モーメントによつて偏揺運動が始まると、これを阻もうとする偏揺モーメントの他に横揺れモーメントも発生する。このやうに飛行機は飛行中に何かの原因によつて正常の姿勢が破れた場合には自動的に正常の姿勢に復歸しながら飛行を繼續する。

#### 第4節 錐 揉

飛行中、主翼の迎角が限界角を越えて増加するときには、往々飛行機は機首を下方に向けて上下軸の周りに回轉しながら、螺線の経路を書いて落下する。これを錐揉と呼んでゐる。普通螺線の半径は、翼幅の凡そ $\frac{1}{2}$ 落下する速度は約20~30 m/sec程度である。飛



第223圖 横揺れによつて生ずるモーメント

行機が一度錐揉状態に入ると、補助翼は殆ど用をなさないから、操縦者は昇降舵を下げ舵に引いて翼の迎角を減じ、或は方向舵を反対に踏んで螺線の行路から逃れる。機體が殆ど水平になり、上下軸のまはりに回轉し乍ら落下するものを水平錐揉といひ、この場合には總べての舵が他の舵の蔭になつて、殆どその效力を失ふから、脱出は極めて困難である。普通の錐揉でも100~200mの低空で起きた場合には接地するまでに正常の姿勢に復歸することは不可能とされてゐる。

離陸した飛行機が、十分な高度を得ないうちに急旋回をしようとして錐揉に陥り、墜落することは屢々報道されることである。

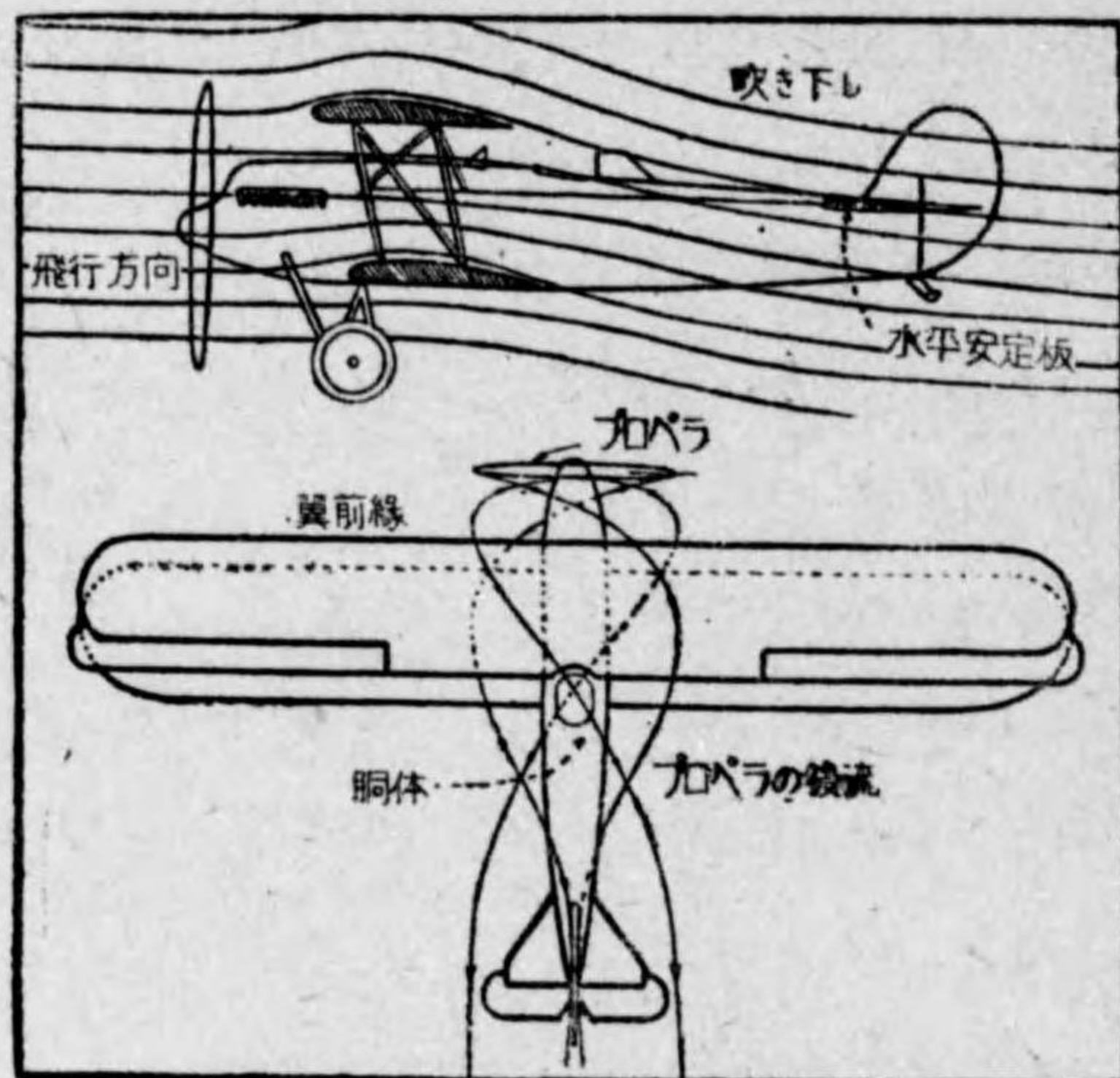


### 第18章 操縦と飛行性

#### 1. 操縦翼面の動きと飛行機の運動

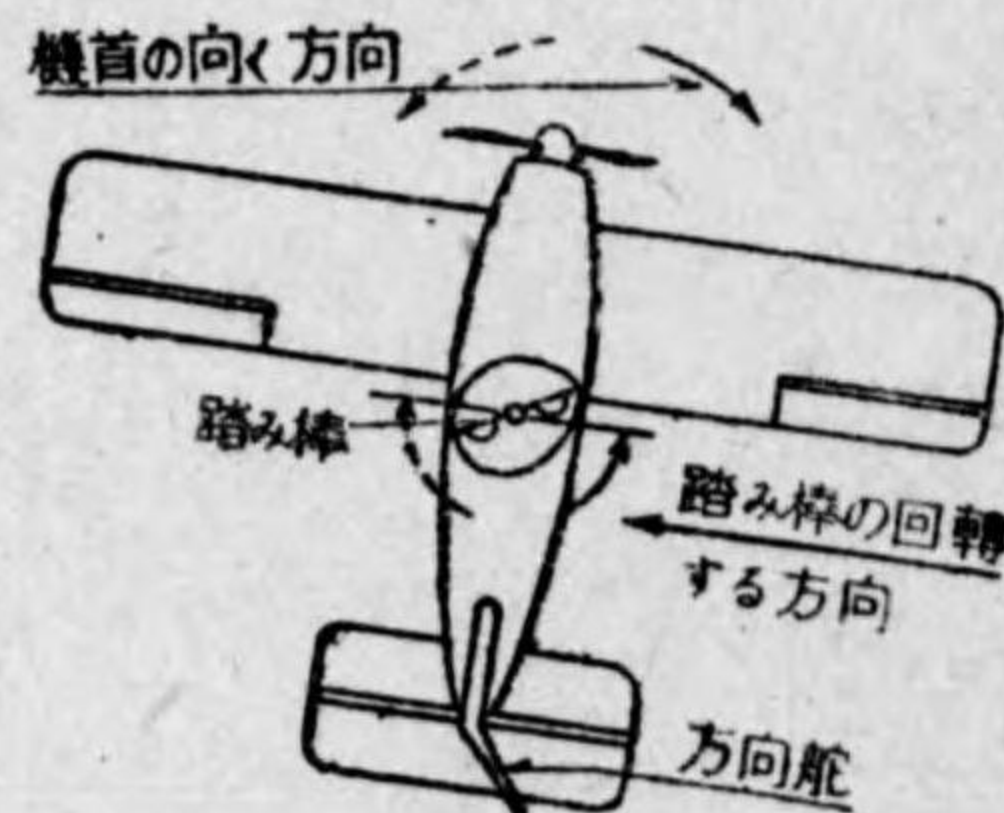
(1) 飛行機が左右に進路を變へるには方向舵を用ひる。方向舵は、踏棒に連結され、足によつて操縦される。今第 228 圖のやうに飛行機が右に進路を變

へやうとするときには、操縦者は右足で踏み棒の右側を前方に押し、方向舵を右側に傾ける。すると氣流は右側から當つて機尾を左へ押し、機首を右へ曲げる。また左に進路を變へる場合は、これと全く反對に操縦する。



第 227 圖 機體の周り空氣の流れ

(1) 飛行機が上下の方向に道路を變へやうとするときには、昇降舵を用ひる。即ち上方へ機首を向けるには、操縦桿を第 229 圖のやうに引いて、昇降舵を上方に上げる。すると



第 228 圖 右旋回

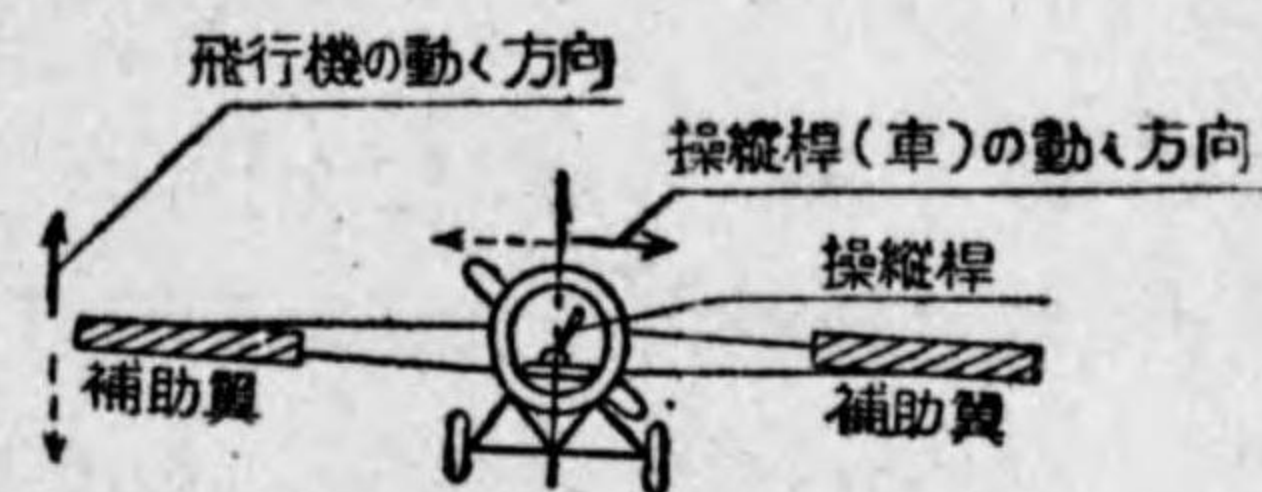
氣流は、昇降舵に上面から當つて、これを下方に押下げるから機首は上方へ向く。また下降する場合は全く反對に操縦する。



第 229 圖 昇降舵の作用

(3) 水平飛行を行つてゐた飛行機が、左右に傾斜しようとする場合には、補翼を使用する。今右側に傾斜しようとするれば、第 230 圖のやうに操縦桿を右に傾

けると、右側の補助翼は上り、左側の補助翼は下る。このために氣流は右の補助翼を押下げ、左の補助翼を押し上げ、機體は右に傾く。また左に傾斜させるには、これと反對の操作を行へばよい。即ち操縦桿を倒した方の翼が下ることになる。



第 230 圖 補助翼の作用

#### 2. 旋 回

飛行機が水平の姿勢を保ちながら旋回をしようとしても、遠心力のために横滑りをして外に飛び出し、旋回が困難である。これを防ぐために旋回を行ふときには、方向舵と共に補助翼を操作して、回轉の内側へ向つて機體を傾斜させる。この傾斜の角度を適當に選べば、揚力と重力との合力が丁度遠心力と釣合つて、都合よく旋回することが出来る。

第 231 圖は、その適否を示す一例である。遠心力は飛行速度の 2 乗

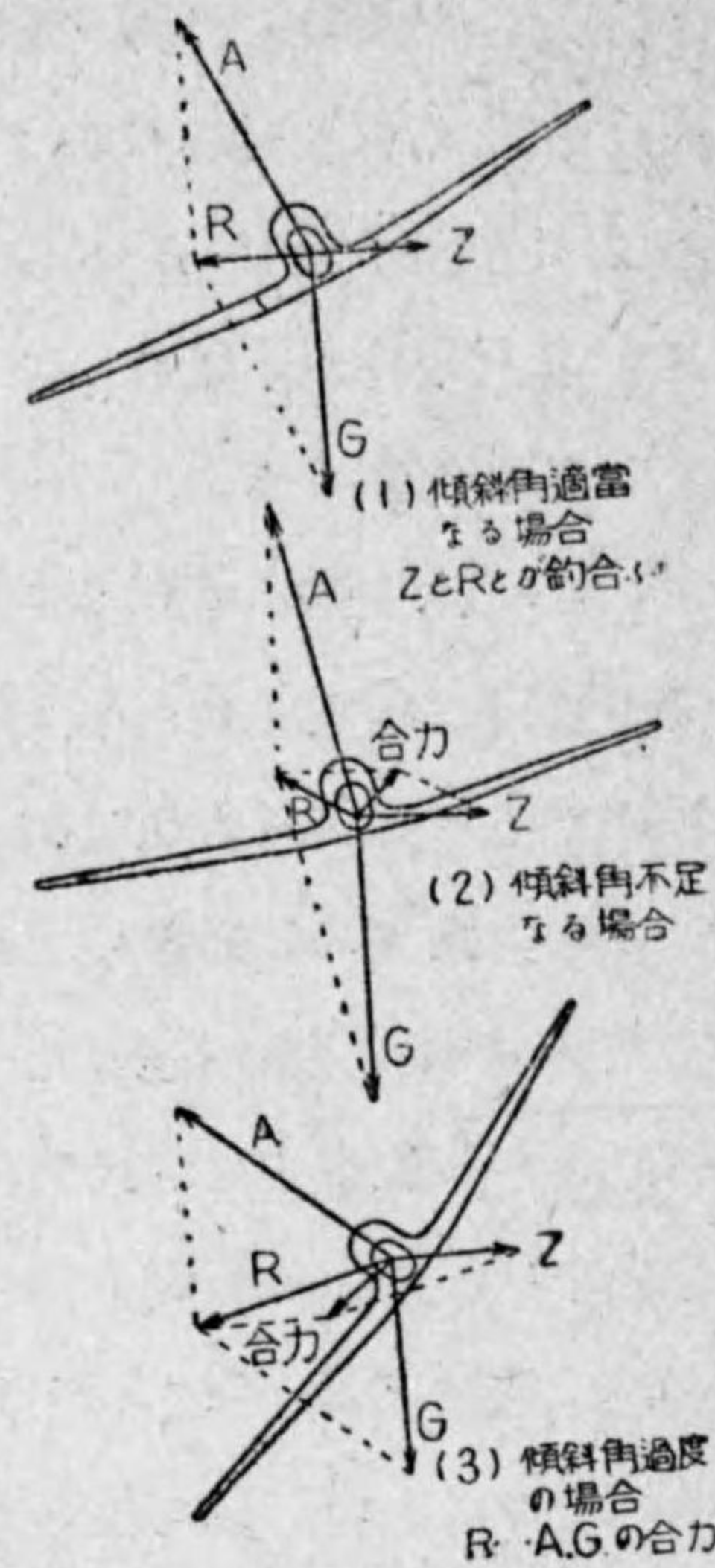
に比例し、半徑に逆比例するから、速度の大きな飛行機が、小さい半徑で旋回する場合には傾斜の角度を極めて大きくとる。従つて競速機や戦闘機のような高速機が急旋回を行ふ場合には、殆ど直角に近い傾斜となるから、この場合の旋回を垂直旋回といふ。

### 3. 保 舵 力

飛行機が定常飛行を持続するためには、一定の力を持続的に操縦桿や踏棒に加へて、各々の舵を一定の状態に保持しなければならない。この力を保舵力といふ。然し適當に設計された飛行機は、或る飛行状態の下では、保舵力は0となり操縦桿や踏棒から手足を離したまゝ飛行することが出来る。こ

れを手放し飛行といひ、一般には最も飛行時間の多い巡航速度で飛ぶ場合に、この状態が保たれるやうに設計して操縦者の疲労を防いでゐる。

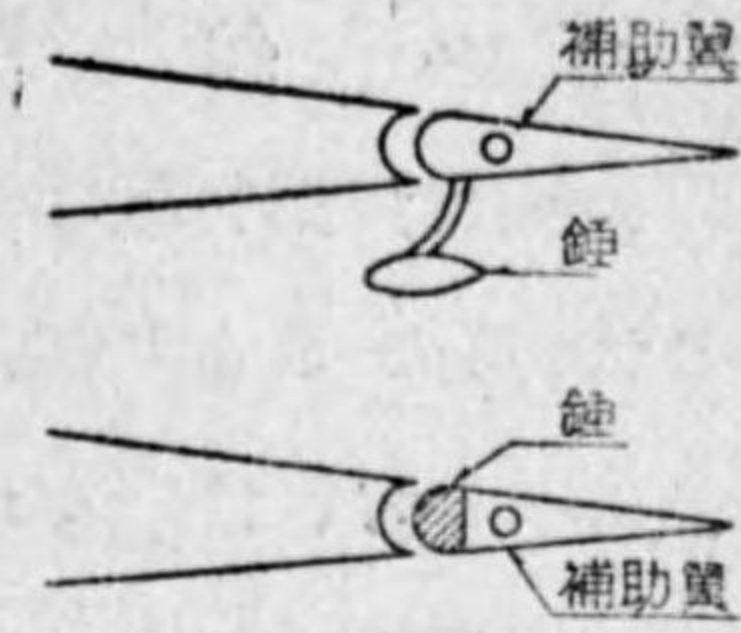
手放し飛行の場合には、各々の舵は風壓によつて自由に動くことが出来るから、その重心の位地が舵軸と一致してゐないと、舵軸を中心として、舵は大きな振れを起しやすい。第232圖は、この目的



第 231 圖 旋回時に於ける力の釣合

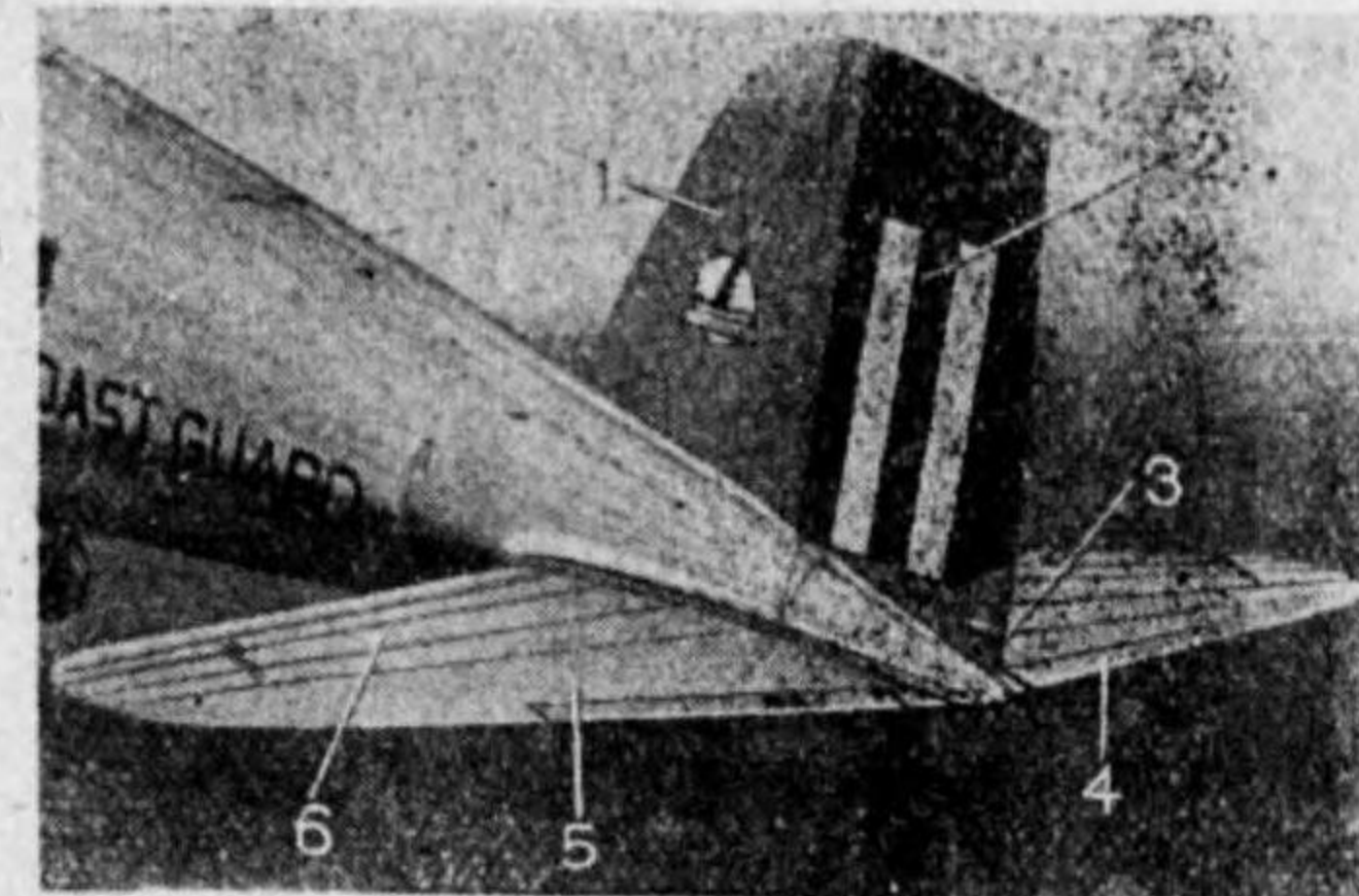
A…揚力 Z…遠心力  
G…重力 R…A, Gの合力

に従つて考案された補助翼である。1では舵軸の前方に突き出した腕に流綫型の錘を附け、2では舵軸の前方舵面内に錘を詰めて釣合せてある。普通これを重量釣合といつてゐる。また手放し飛行以外の飛行状態にあつても、保舵力が過大にならぬやうにするために調節水平尾翼或はタブ(tab)を用ひる。調節水平尾翼では、飛行機の重心の移動するに従つて水平尾翼の迎角を變へ、保舵力の増加を押しへる。



第 232 圖 重量釣合

第233圖は、タブを取附けた尾翼の一例である。昇降舵に取附けたタブは、調節水平尾翼と同様に、重心の移動による保舵力の變化に備へ、方向舵に取附けたタブは、プロペラの後流の振れによつて生ずる偏揺モーメントや、双發機で一方の發動機が停止した場合に生ずる偏揺モーメントに釣合せる。これらのタブは、何れも操縦



第 233 圖 1 垂直安定板 2 方向舵 3 尾盤  
4 タブ 5 昇降舵 6 水平安定板

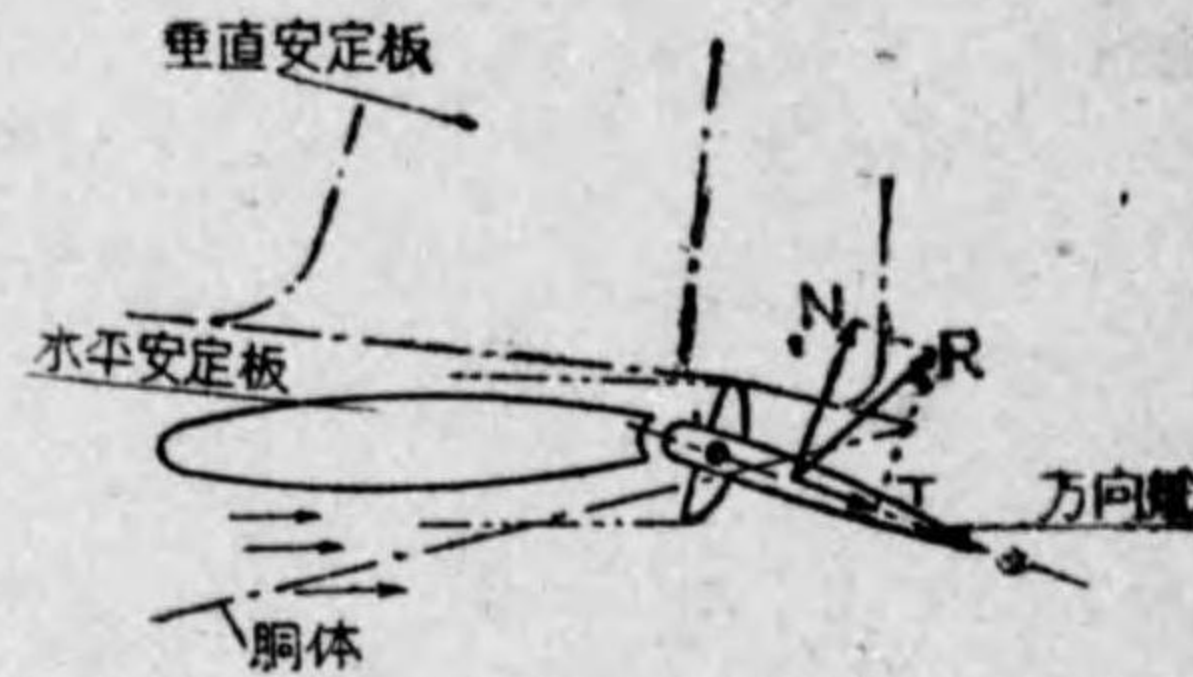
席から自由にかつ簡単に調整することが出来るから、タブを持つ水平安定板や垂直安定板は取附角を變へる必要がない。従て胴體の尾部に固定し、取附部を十分に整形して空氣抵抗の減少をはかることが出来る。

### 4. 操舵力

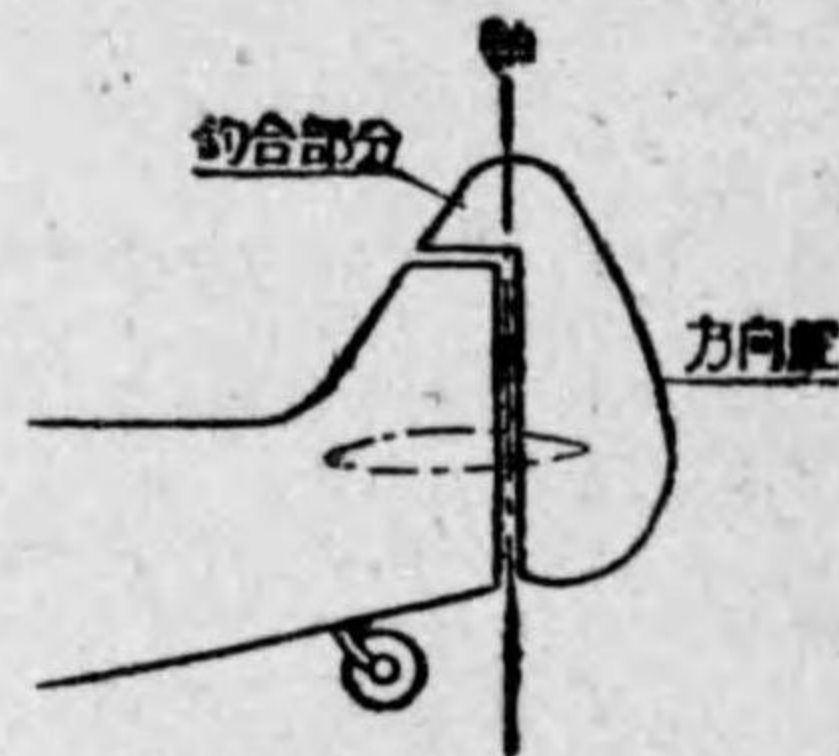
操縦者が飛行機の飛行姿勢を變へようとするれば、飛行機が希望する姿勢をとるまで操縦桿に或大きさの力を加へて舵を適當な角度に保持しなければならない。こ

の力を操舵力といふ。第 234 圖は、昇降舵の角度を變へたためにモーメントの發生する状態を示したものである。翼弦に垂直な空氣力  $N$  は、操縦

索や操縦桿を通して操縦者に及ぶものであつて、操縦者は、これに釣り合ふだけの力を、操縦桿に加へなければならない。然し操縦者の力や動作範圍には一定の限界があるから、舵の構造や操縦機構を適當にして、操舵し易いやうにする。第 235 圖は、操舵力を少なくするために用ひられる舵の構造を示すものである。



第 234 圖 舵角の變化とモーメント



第 235 圖 釣合舵

## 第19章 特殊の飛行

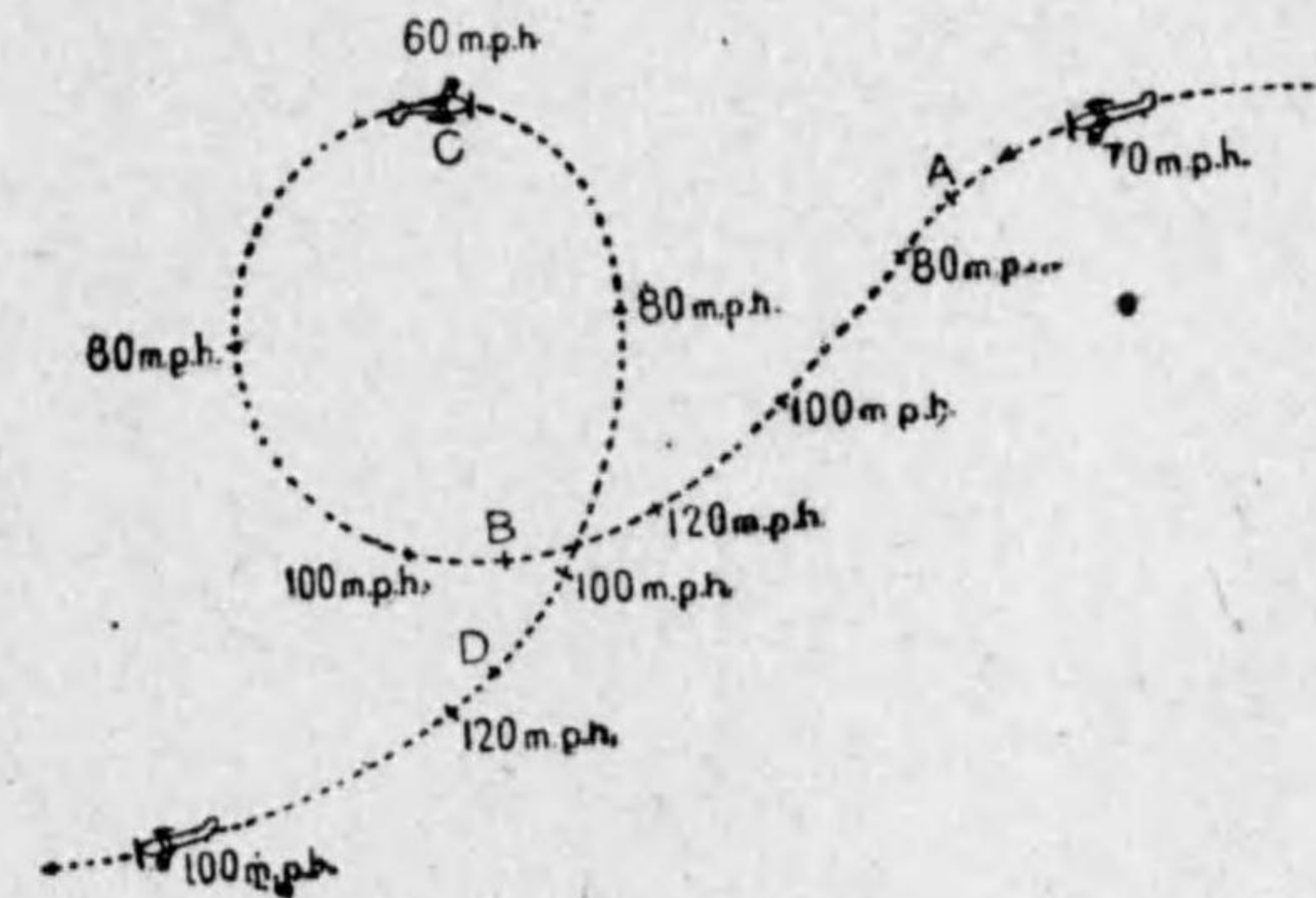
一般に垂直旋回、宙返り、横轉、インメルマン反轉、背面飛行等を總稱して高等飛行、曲技飛行等といつてゐる。

### 1. 垂直旋回

飛行機が旋回するとき、旋回する半径の小さい程、また速度の大きい程、機體を旋回の内側に倒さねばならない。従つて戦闘機のやうに速度の大きい飛行機が、小半径を以つて急速に旋回を行ふ場合には、地面に對して垂直に近いまでに傾斜する。これを垂直旋回といふ。

### 2. 宙返り

宙返りは、普通に行はれる曲技飛行であつて、第 236 圖はその一例である。圖中 A から準備飛行に移り、B で十分な速度を得て宙返りに入り、凡そ 100m 内外の直徑で圓を描き乍ら元の姿勢に復歸する。荷重は、宙返り入口で最も大きく、頂きで最も小さい。然しこの場



第 236 圖 宙返り

合でも荷重は飛行張線にかゝり、操縦者はしつかり座席についてゐて、その重さは座席のバネに上向きに働く、然し操縦が不適當な場合には、頂上では荷重が着陸張線に働き、操縦者は吊革によつて座席に支へられる。

3. 横 轉

飛行機が水平に飛行しながら、その前後軸のまはり1回轉をする場合である。

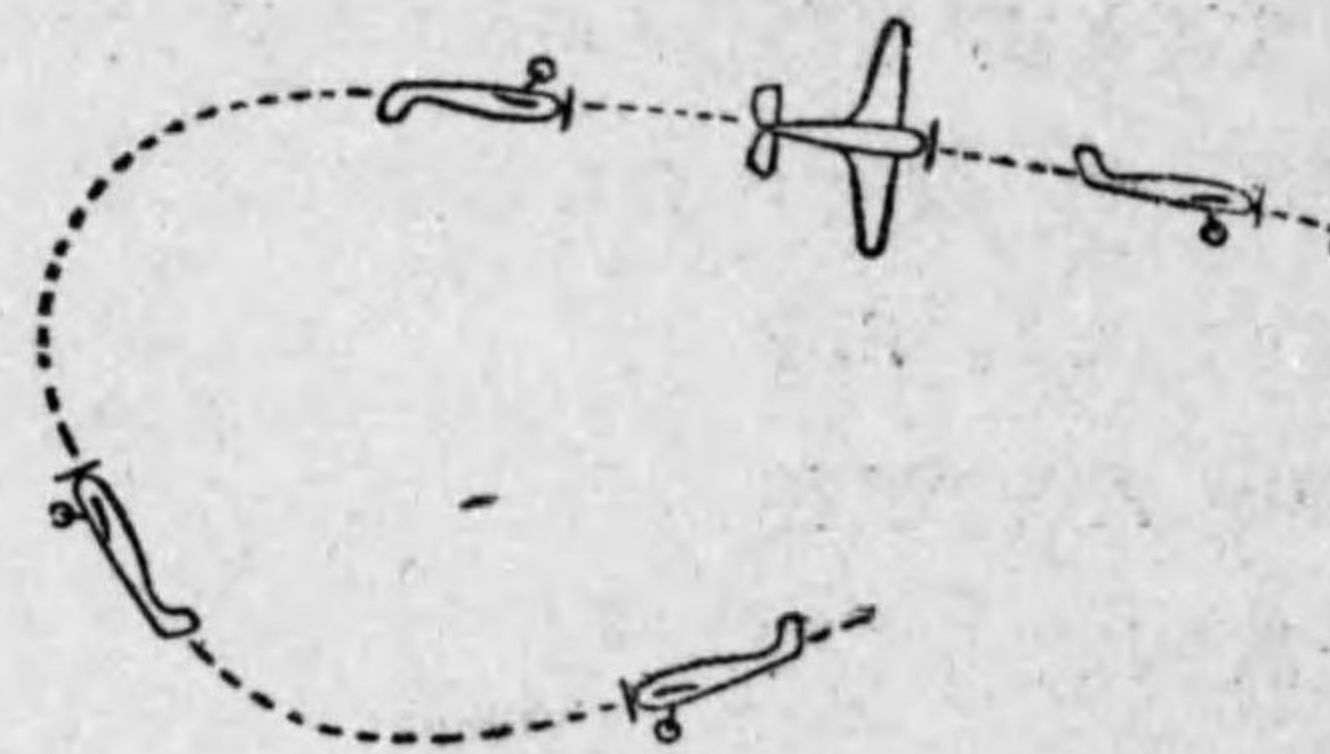


第 2.7 圖 横 轉

4. インメルマン反轉 (Immelman) (上昇反轉)

前歐洲大戰のとき、獨逸の名飛行家イムメルマンが創始した空中戦に有利な方向轉換法である。

第 238 圖のやうに、先づ宙返りと同様な準備飛行に移り、續いて宙返りを行ひ、頂上に達したとき横轉し



第 238 圖 インメルマン反轉

て、そのまゝ正常の飛行常態に入り、前よりも100m程度の高度を得て方向を變へるものである。

第20章 飛行機の強さ

飛行機が水平飛行してゐる場合には、翼に加はる空氣の壓力は飛行機の全備重量に等しいが、特殊の飛行を行ふ時のやうに、急激に飛行状態を變へると翼に過大の風壓が作用する。この時に作用する風壓と全備重量との比を負荷倍數といふ。負荷倍數の大きさは飛行状態の變化が急速に行はれるか否により、換言すれば操舵を急速に行ふか否かにより、又飛行中に遭遇する突風の強弱によつて定まるものである。次に飛行機はその用途によつて要求される動作の敏活さが異なり、突破すべき天候の荒さが異なる。従つてこの兩面より考察すればその飛行機の遭遇すべき負荷倍數の大きさを凡そ推定すること

第 4 表

種別	機 種	負荷倍數
第 1 種	試作機、記録機	1.6 ~ 2.3
第 2 種	貨物機、郵便機、測量機等の作業機	1.8 ~ 2.8
第 3 種	旅客機、爆撃機	2.0 ~ 3.0
第 4 種	練習機、スポーツ機、偵察機	3.2 ~ 4.5
第 5 種	曲技機、戦闘機	4.5 ~ 6.8

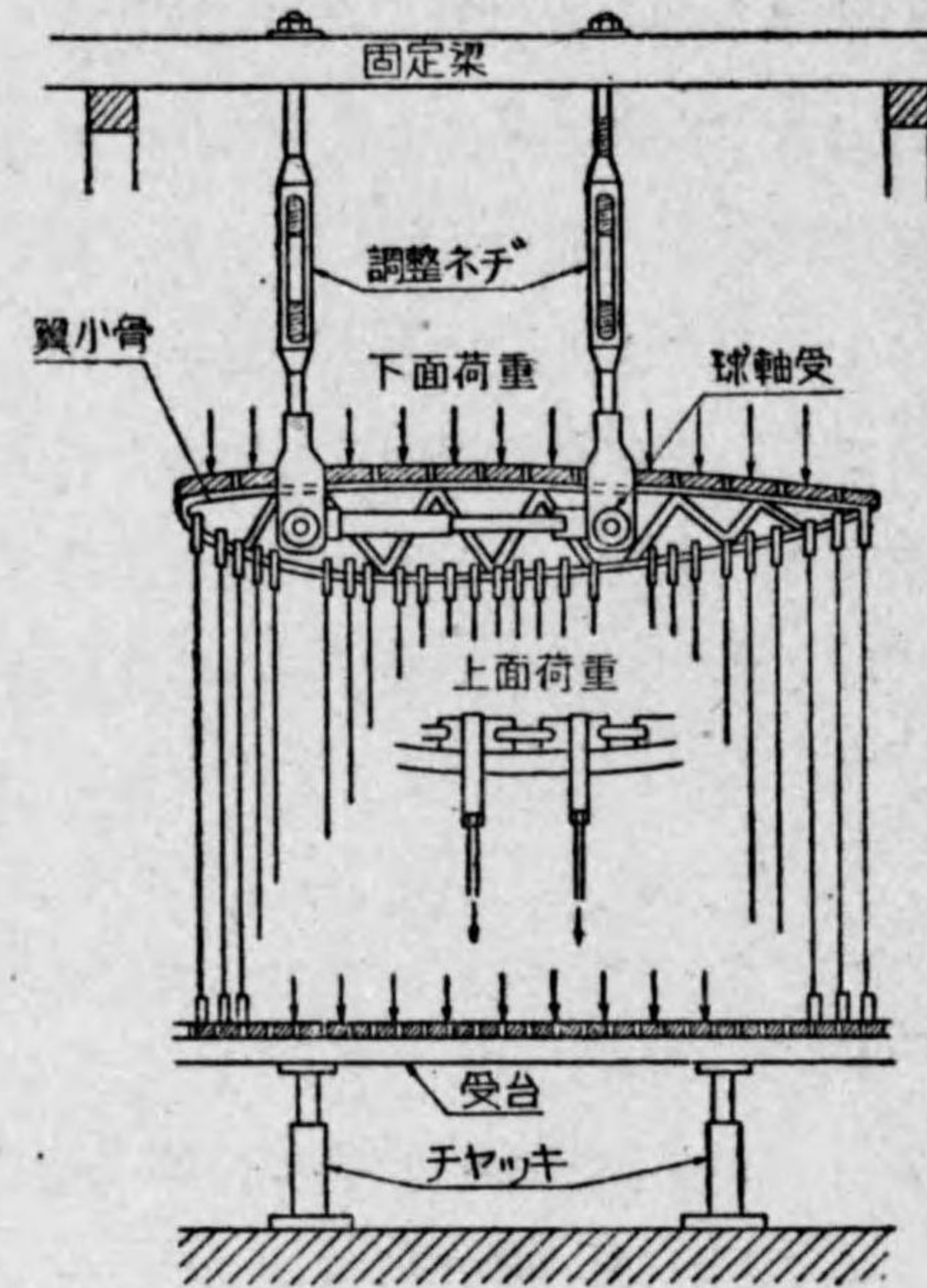
とが出来ゝ。飛行機を第 4 表のやうに分類し、各種類に對する負荷倍數を定め、これに對して 2 倍以上の安全率があるやうに設計される。然し安全率をこのやうに小さくすることは、一般の構造物や機

械類では見られないところであるが、航空機に對して大きな安全率を持たせると、機體各部の寸法が大きくなり、重量が激増して旅客や貨物等の積載重量が減少する。よつて止むを得ず材料を吟味し、他の構造物とは比較にならぬ程精密な強度計算や強度検査を行つたうへ小さな安全率で満足せねばならない。

### 荷重試験

飛行機の製作に當つては周到な準備と注意が拂はれるが、製品が果して設計通りの強さを持ち、強度規定に合致してゐるか否かに就て試験を行ふ。この試験を荷重試験といつてゐる。荷重試験は、胴體、主翼、尾翼等各部に互つて行はれる。第 239 圖は、小骨に用ひられる荷重試験の方法の一例である。

即ち圖の如く固定梁より 2 本の小骨懸垂用金具を下げ、上下面を反對にした小骨をその前後桁の位置に於て懸垂する。次に小骨の上方の面には重錘を配置し、下方の面には重錘を吊して荷重とする。而してこの荷重を適宜に調整すれば小骨の丈夫さを検査することが出来る。



第 239 圖 小骨の強度試験

## 第21章 航空計器

### 第1節 航法計器

#### 1. 航空無線

航空機は、廣い大空を自由に飛び廻るのであるから、或飛行場を出發して目的地まで一直線に極めて容易に飛行出来るやうに思はれる。然し兩地間の距離が大きくなるに従つて、途中に氣象の變化があり、山岳の障礙があり、氣流の渦卷く區域あり、通過禁止の地方がある等各種の條件に妨害されて常に正確に安全に飛行するには相當の困難が伴ふものである。この不便を除去して、飛行機に安心して飛行を繼續させるためには、發着する兩飛行場相互の間に連絡をとる事は勿論、飛行中の飛行機に對しても常に連絡を保持する必要がある。また航空路を明示して進路に迷はないやうにし、飛行機よりの要求に應じて善處する等各般の援助が必要である。これ等の連絡、通信、航路の標示等には、無線の力が絶対に必要である。

#### 2. 無線標識

無線標識は、船舶用として早くから設備されたものであるが、飛行機に於ても受信の設備さへあれば、船舶と同様に利用が出来る。即ち各無線標識局には與へられた特定の周波數の電波があつて、これを四方へ一様に放射してゐるから、航空機は自己の裝備してゐる方向探知器によつて、自機に對する二三の局の方向を迅速に測定すれば、地圖上に自機の位置を求めることが出来るのである。またこ

れと同様にして、ラジオ放送局や電信局から發射される電波を利用することも出来るはずであるが、これ等の局は、その目的が全く異なる關係で送信局名が不明であつたり、方向を測定してゐる間に、發信が中絶したりする等の不便が多い。第5表は我國にある無線羅

第5表 日本にある無線羅針局及び無線標識局

局名	呼出符號	周波數(キロサイクル)	業務	通達距離
石室崎燈臺	静岡縣 JLJ	310 375 500	羅 標	500km
大 島 "	東京府 JLL	305 375 500	"	"
野良崎 "	千葉縣 JLA	295 375 500	"	"
犬吠崎 "	" JLH	310 365 500	"	"
金華山 "	宮城縣 JLO	300 375 500	"	"
鮭 崎 "	岩手縣 ILE	305 375 500	"	"
尻矢崎 "	青森縣 JLD	295 375 500	"	"
大間崎 "	" JLG	305 375 500	"	"
龍飛崎 "	" JLL	315 375 550	"	"
福 山 "	北海道 JLK	300 375 500	"	"
悉山岬 "	" LJP	290 375 500	"	"
襟裳崎 "	" JLM	310 375 500	"	"
宗谷岬 "	" JLN	200 375 500	"	"
塩屋崎 "	福島縣 JLB	290	"	"
函 館 "	北海道 JGO	285 410 500	"	180
久利別 "	" JGN	210	"	50
稚 内 "	" JGP	285	"	350
鬼志別 "	" JGQ	310	"	100
大 連 "	大 連 JDT	375 500	"	"
圓 島 "	" JDS	375 500	"	"

針局及び無線標識局である。機上にあつて送信局の位置を測定するには 2~5 分間を必要とする。しかし飛行機が増加するにつれて、この間に飛行機は極めて遠距離まで飛行するやうになり、標識局の存在價値は少なくなつた感がある。また航空路の重要地點を選んで、その位置を標示するものに、目標々識といはれるものがあ

る。これはその局に與へられた特定の符號を、指向性電波を使つて、眞上に向つて發射し、局の上空を飛行する航空機だけが、これを受し得るものである。

### 3. 方向探知器

無線標識局や無線羅針局から發射される電波を受けて、その方向

を知るために、方向探知器が

用ひられる。方向探知器は、

枠型空中線の特徴を利用した

ものである。今第 240 圖のや

うに枠型空中線 (Loop ante-

nna) を到來電波中に立て、

これを軸の周りに回轉すると

枠の面が到來電波の方向に一

致した時には、受信感度が最

大となり、直角になつた場合には

最小となる。第 241 圖は、一つの

枠型空中線が一つの到來電波に對

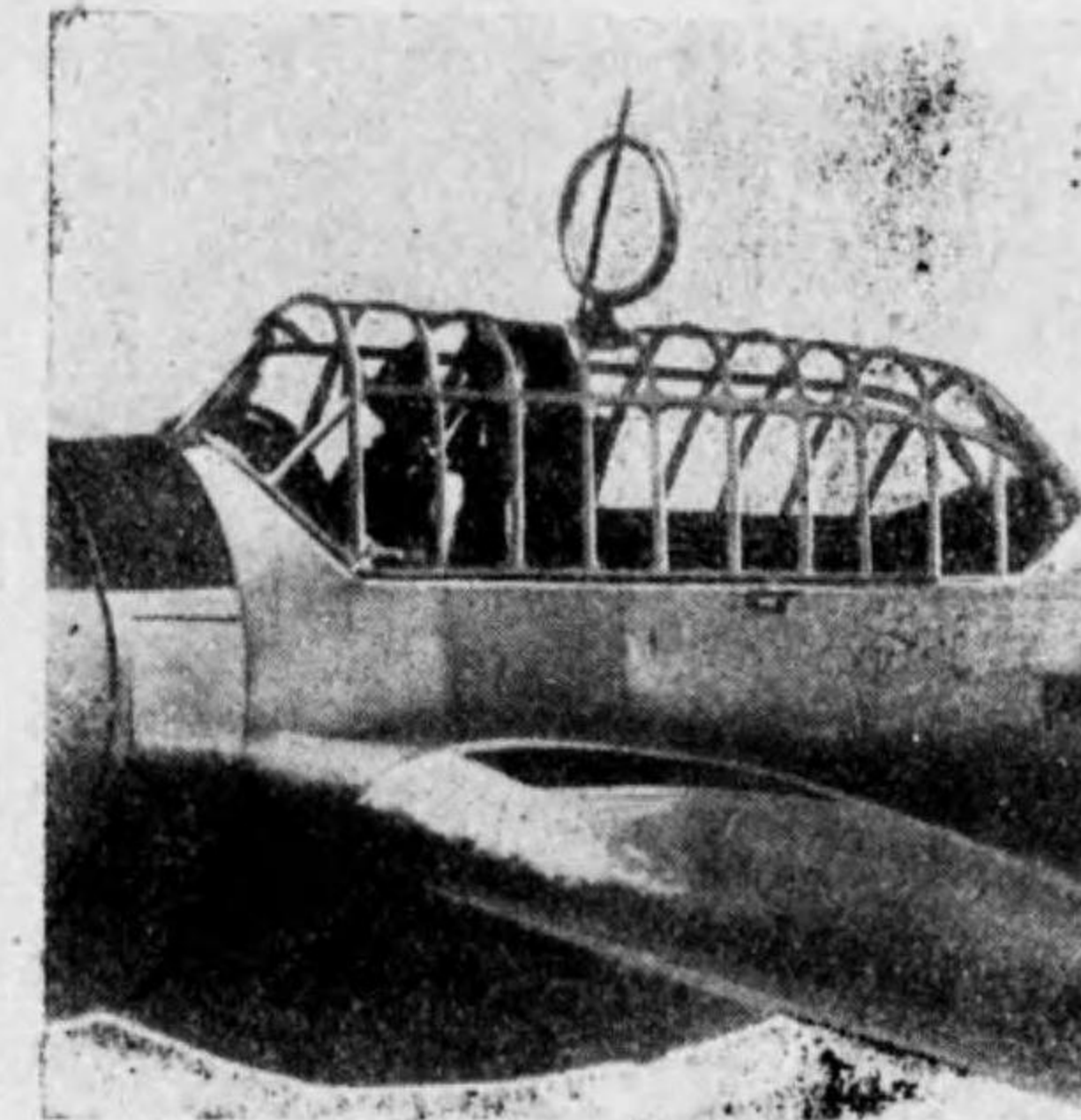
する感度を數學的に求めた結果で

あつて、一般に 8 字特性といはれ

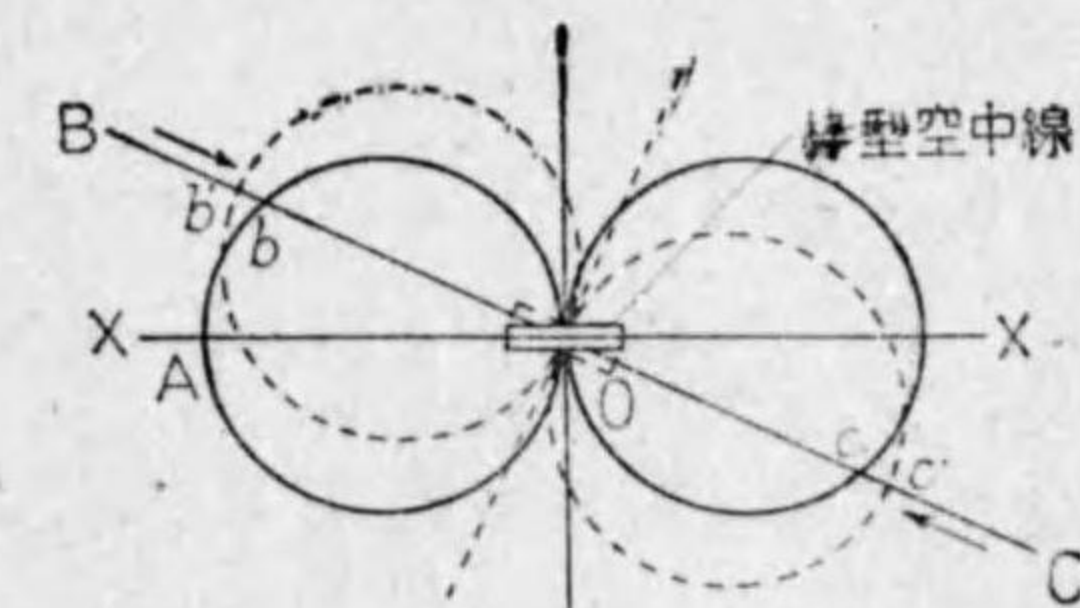
てゐる。即ち枠型空中線に對して、B の方向から電波が到來したと

すれば、その感度は Ob で表される。次に空中線を回轉して、その

面を點線で示すやうに電波と一致させると、感度は最大となり、



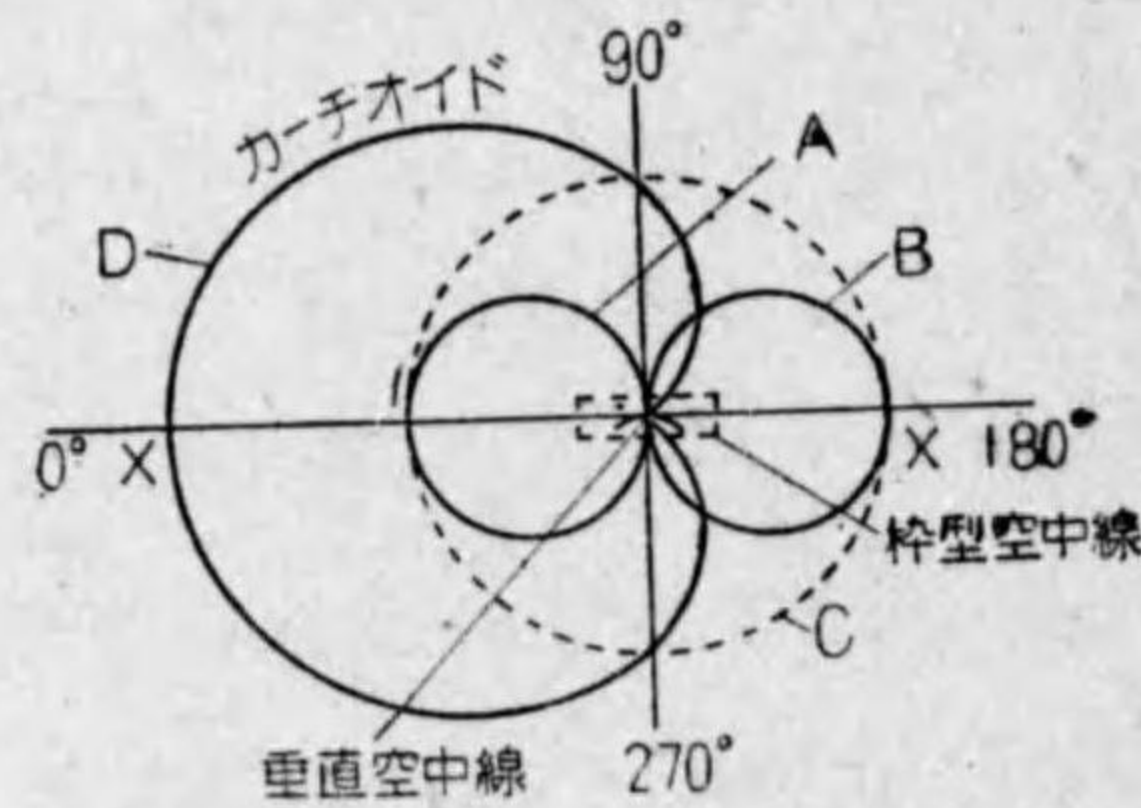
第 240 圖 方向探知器用枠型空中線



第 241 圖 枠型空中線の特徴

Ob' で表される。この現象は B と反対な方向 C から電波が到来した場合にも同様に現はれる。従つて棒型空中線を臺上に取付け、臺と共に自由に回轉出来るやうに装置し、臺によつて空中線を廻しながら、最高感度の點を見出せば、その時空中線の面は到来電波の進行方向と一致する。然し實際では最良感度の點を見出すよりも、最小感度點を發見する方が容易であるため、先づ最小感度の位置を求め、これに 90 度を加へて、到来電波の方向を知る方法が用ひられる。だがこの方法では、到来電波の方向は探知することが出来るが、標識局が棒型空中線のどちらの側にあるかは決し難い場合がある。この不便を除くために、棒型空中線と垂直空中線とを組合せて、棒型空中線を 1 回轉する間に 1 回だけ、最小感度點を持つ空中線を拵へる。

第 242 圖で A, B は、棒型空中線の 8 字特性を表し、C は垂直空中線の無方向性即ち電波の到来する方向に関係なく等しい感度を示すことを表す。これらの特性が互ひに牽制し合つて、D のやうな特性を現はす。これをカーチオイド (心臟型) といひ、最小感度點は、電波の到来する反対方向に現はれる。この空中線を用ひると直に標識局のある方向を知ることが出来る。



第 242 圖 單一棒型空中線の特性

この空中線を單一棒型空中線といふ。このやうに空中線の特性を

利用して標識局の位置を發見する装置を、方向探知機といふのである。

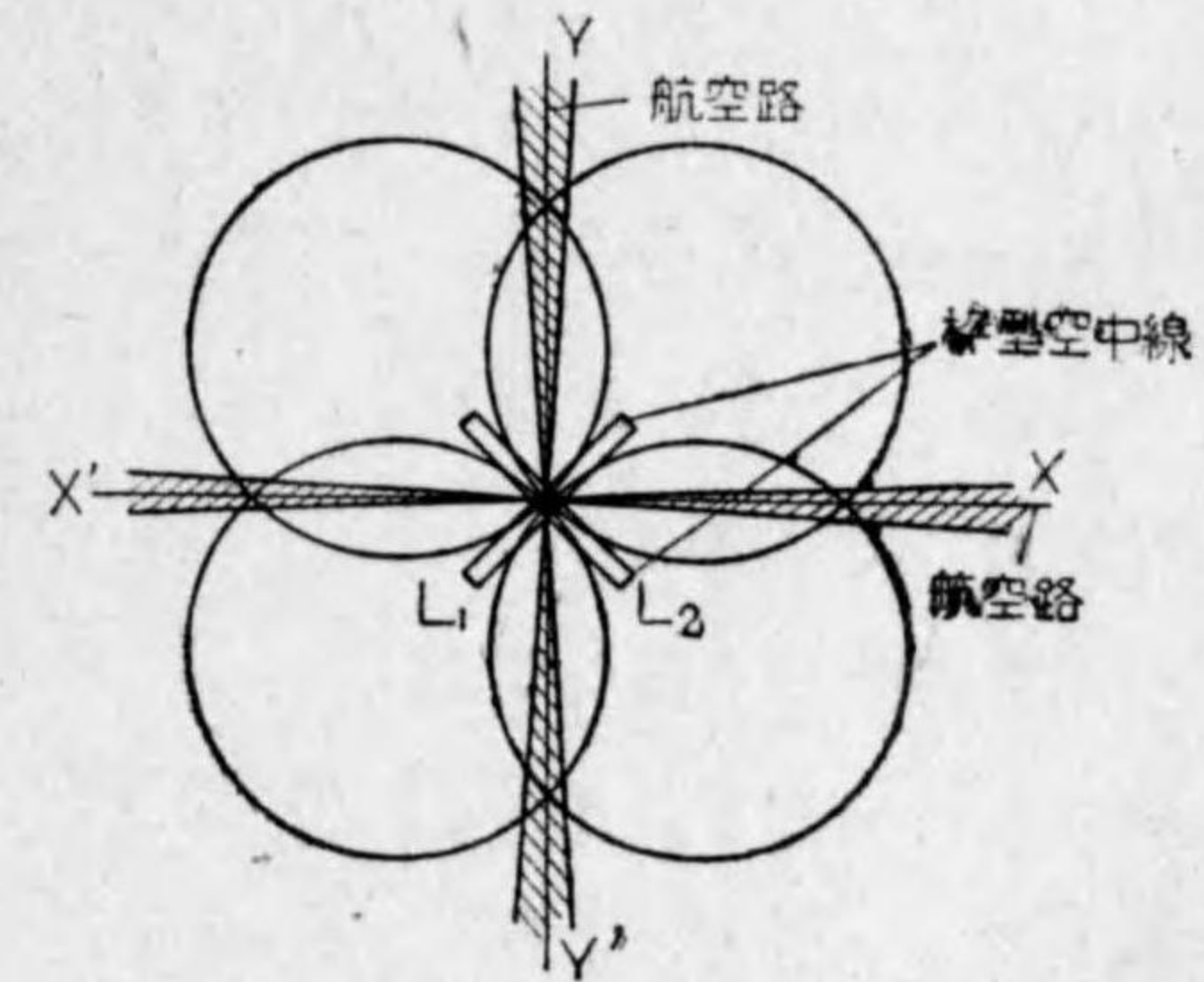
#### 4. 無線航空路標識

航空機に航路を指示する無線航空路標識は各國で色々の方式が研究使用されてゐるが、等感度式無線標識が從來最も多く使用され、ラジヲビーコン (Radio beacon) の名で一般に知られてゐる。

等感度式無線標識に於て、無線航空路標識局には棒型空中線或はアドック空中線のやうな指向性のある空中線を用ひて、發信電波に指向性を持たせ、飛行機には指向性のない直線狀の空中線を使ふ。

今第 243 圖のやうに 2 箇の棒型空中線を直角に装置し、同一波長で強さの等しい電波を射出

すれば、2 つの空中線の夾む角の 2 等分線上に於ては、兩方の空中線より電波を等しい強さで感受することが出来る。この現象は、XX' 線、YY' 線上では、何處の點に於ても同様に現はれるものであるから、その



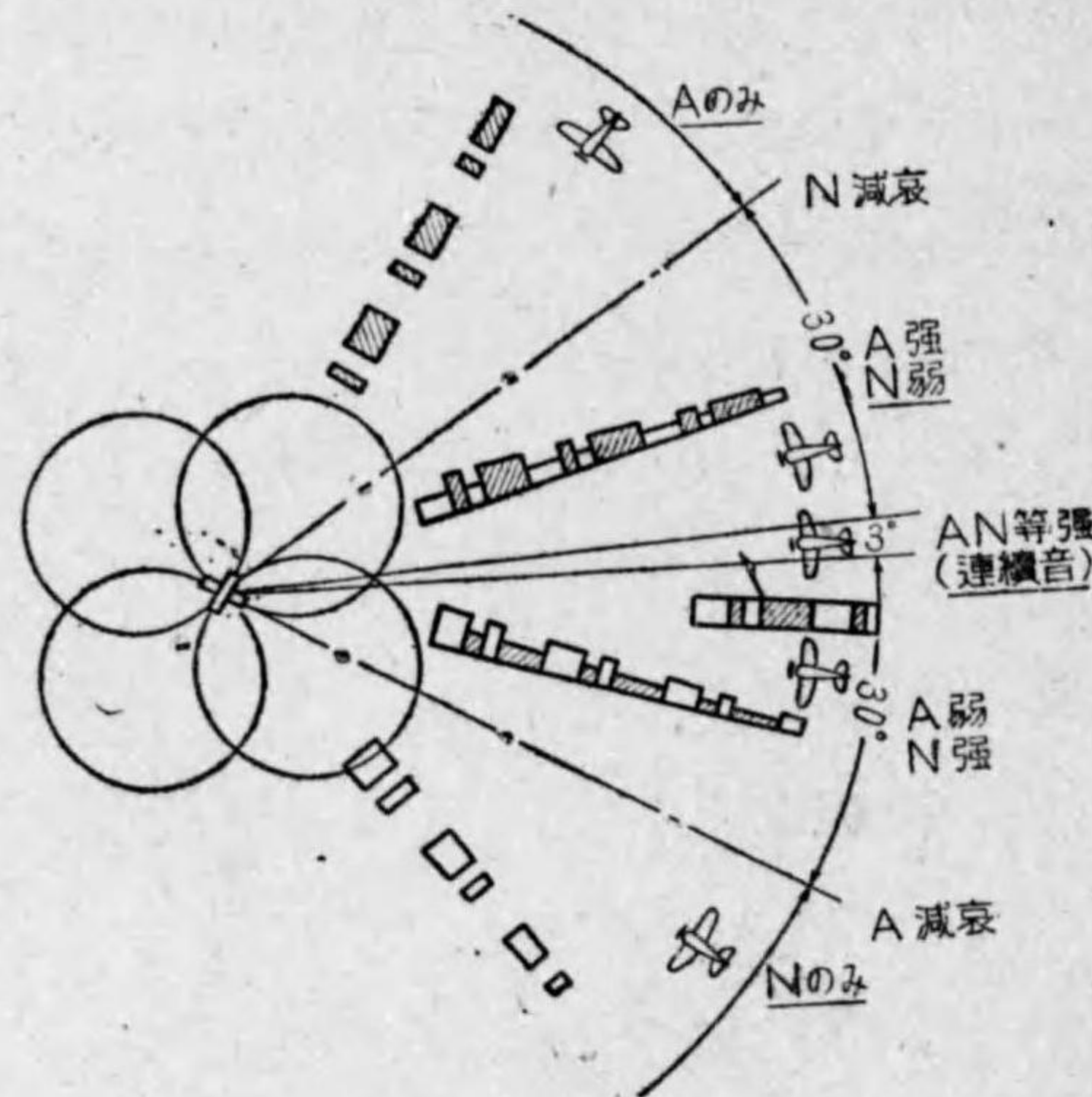
第 243 圖

何れか一つを航路に一致させて装置すれば、飛行機は、兩方の空中線から受ける電波の強さが等しい部分を辿つて飛行すれば、丁度航路に従つて飛ぶこととなる。然しこの場合に 2 つの空中線から同様

に電波が発射されたのでは、受信の場合に不便であるから、同じ波長の電波を用ひ、一方の空中線から発射される電波より、他の方の空中線から発射される電波を、丁度1/4週期だけ遅らせて発射するか、或は両方の空中線から交互に電波を発射する。この方法によるものを交互無線航空路標識といふ。一般に無線航路標識局は、200km から 300km の間隔を置いて設置されるものである。

交互無線航空路標識

この方式は米國で深く研究されたもので、モールス符號の A — と N — — とを交互に両方の空中線から発射するものであつて、飛行機が航空路上に在る時は、この2つの符號は等しい大きさの音となり、且第244圖の様に連続し、一つの連続音となつて操縦者に聽える。これをNA式といふ。



第 244 圖

また N と A の代りに B と V, 或は D と U のやうに全く相反した組合はせを持つ符號を使用すれば同様な結果が得られる。この他、我が國に於て全方向式無線標識が研究され、已に實用の域に達してゐる。この方式では、操縦者は航路のほかにも方位を知る事が出来る。

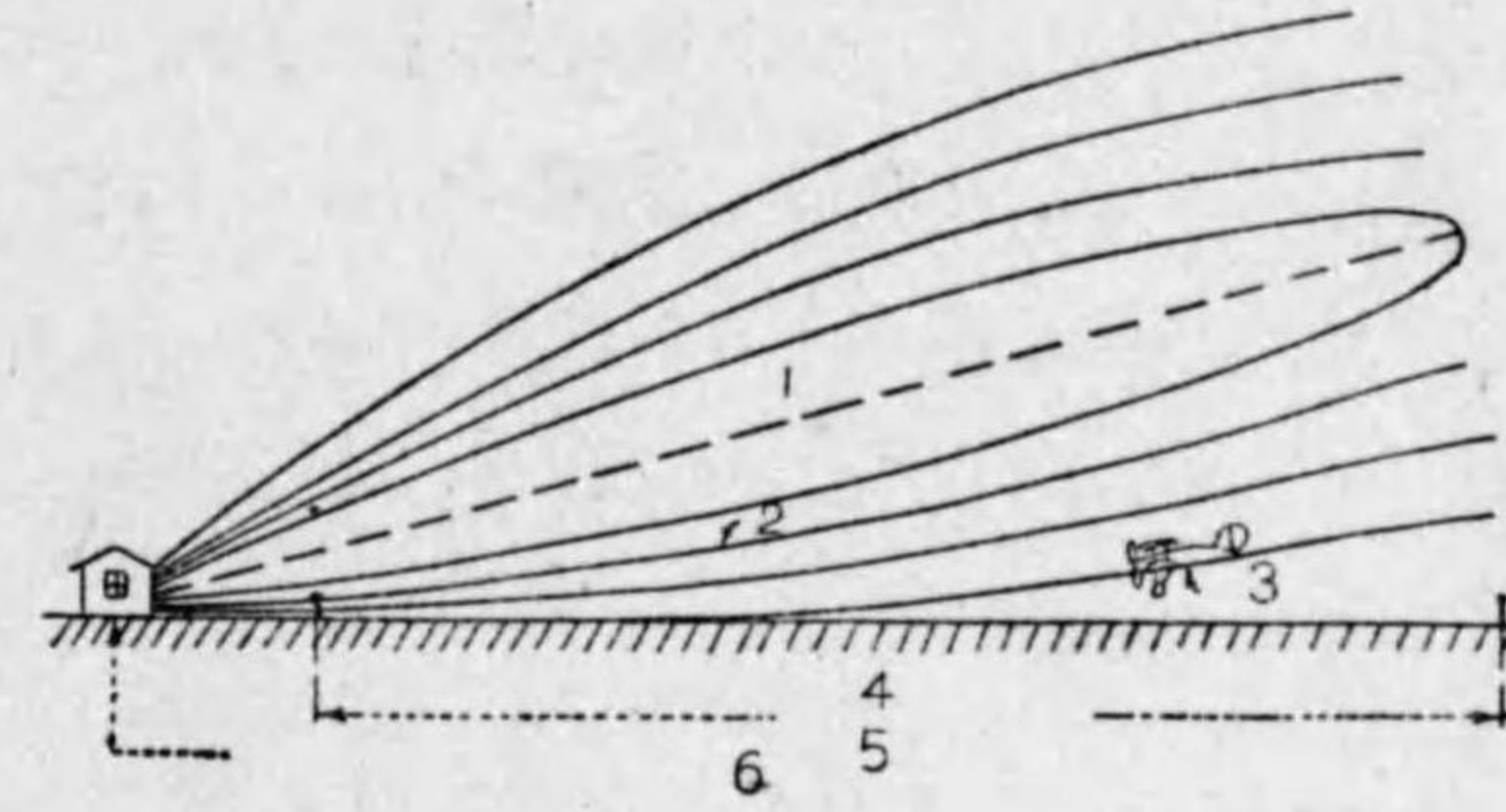
従つてこの装置は、歸還装置としても有効に用ひることが出来る。

5. 盲目着陸嚮導装置

天候不良で視界が狭く、飛行場や滑走路が十分に見えない時に敢へて着陸しようとする飛行機は非常な困難と危険とに遭遇しなければならぬから、これを除去する爲に無線その他による各種の嚮導方法が試みられた。無線標識による方法は、その中の一種であつて更に數種の方式に分けられる。ローレンツ (Lorentz) 式は、最も有名であつて、獨逸で

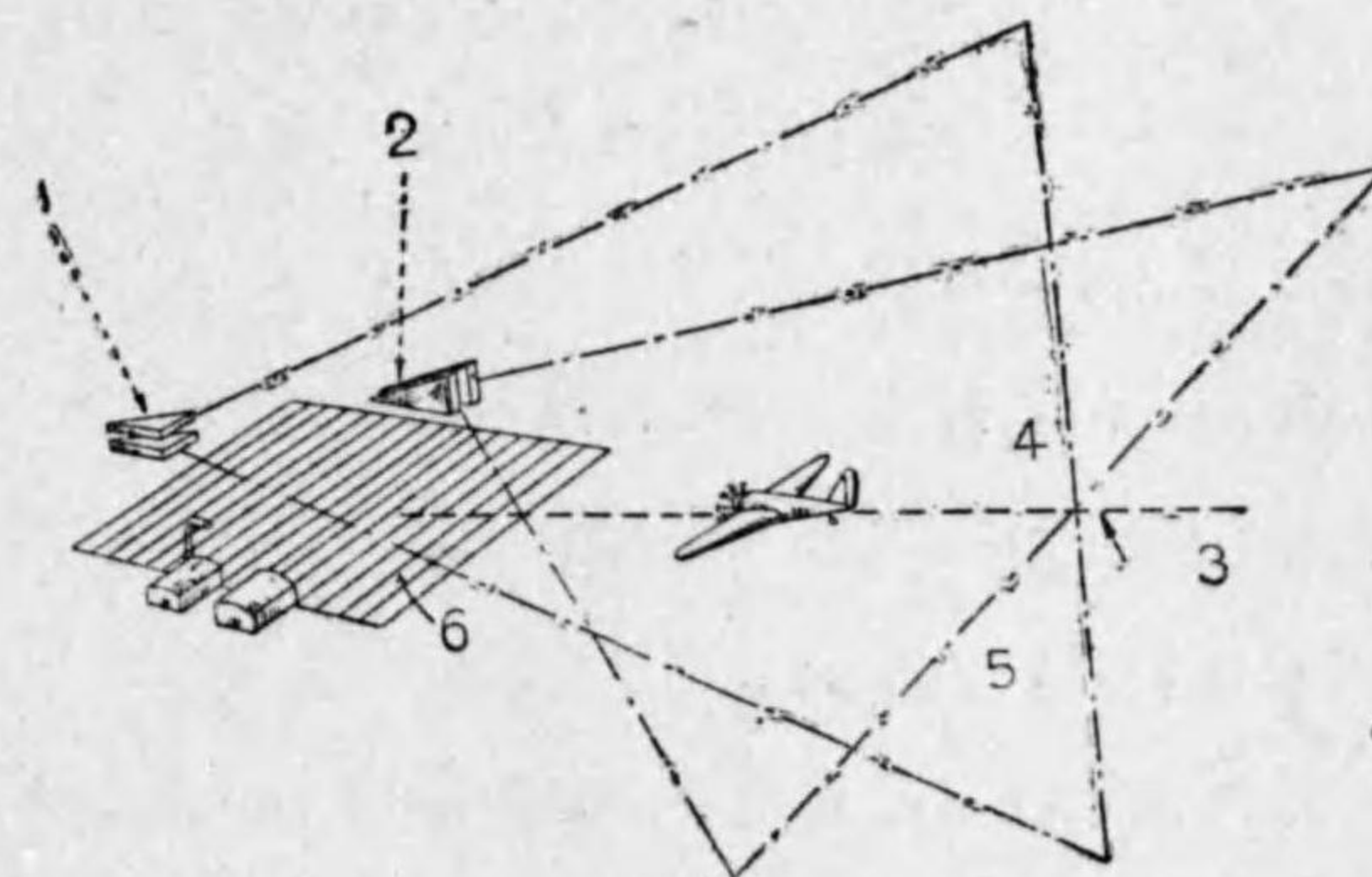
は數十臺設備されてゐるといはれるが、未だ理想的設備と稱することは出来ない。

その原理は、第 245 圖のやうに指向性の



第 245 圖

特に強い電波を飛行場の一隅より發射して、その等感度線を飛行機の着陸姿勢に一致させて置けば飛行機は受信機によつて常に等感度を得るや



第 246 圖



うに飛行すれば、安全に着陸することが出来るものである。

第 246 圖は、特に扁平なホーン (Horns) を發射する空中線を 2 臺組合はせて 2 つの扁平なホーンが直交するやうに放射させるもので飛行機はそのホーンの交線を辿つて着陸する。この方法によれば進路が直線となり、着陸に當つて送信所が障碍となることもない。

## 第 2 節 操縦用計器

飛行機を操縦して高空を飛翔し、種々の障害に打勝つて、自由に行動するためには、飛行機の高度、速度、飛行方向、機體の傾斜、昇降速度等を隨時敏速に正確に知ることが大切である。従つてこれ等を敏速正確に指示する計器類が必要である。航空計器は、輕量小型であつて、溫度や壓力の變化にも十分耐へ、正確性の規格に合格することが必要である。

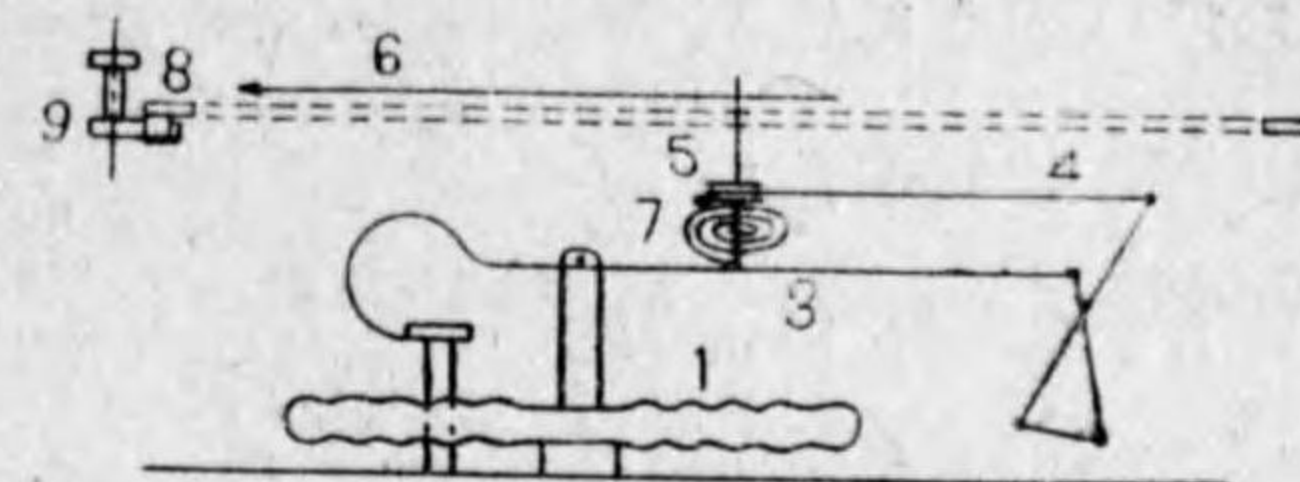
### 1. 高度計

高度計には、氣壓の差によつて高度を表す、氣壓式高度計と、音波、電磁等を利用して地上から飛行機までの高さを測る、絶對高度計とがある。氣壓高度計は、海水面から計つた飛行機の高さ、或は出發地點から計つた、飛行機の高さを知るには好都合であるが、飛行中の任意地點に於て地面から見た飛行機の高さを測定することは出来ないといふ不都合さがある。

絶對高度計は、この不都合を除去するもので、地上爆撃の時や視界の狭い雲の中などを飛行する場合には極めて必要な計器である。

第 247 圖は、氣壓高度計の 1 例を示したもので、アネロイド晴雨計と同一原理の計器である。

1 は空盒で厚さ 0.17mm 位の白銅または磷青銅板で作られ、内部は水銀柱 0.25mm 位の真空にする。今空盒外の氣



第 247 圖

壓が變化すると、空盒の中心部は上下に動きこの運動は 3 を經て鎖 4 に傳はり、齒車 5 を回轉し、その軸に固定する指針を回轉する。7 は渦卷バネで齒車の運動を正確にする。目盛盤 8 は、齒車 9 によつて同一圓周上を自由に回轉する。目盛は、空氣の壓力變化による空盒の變形に



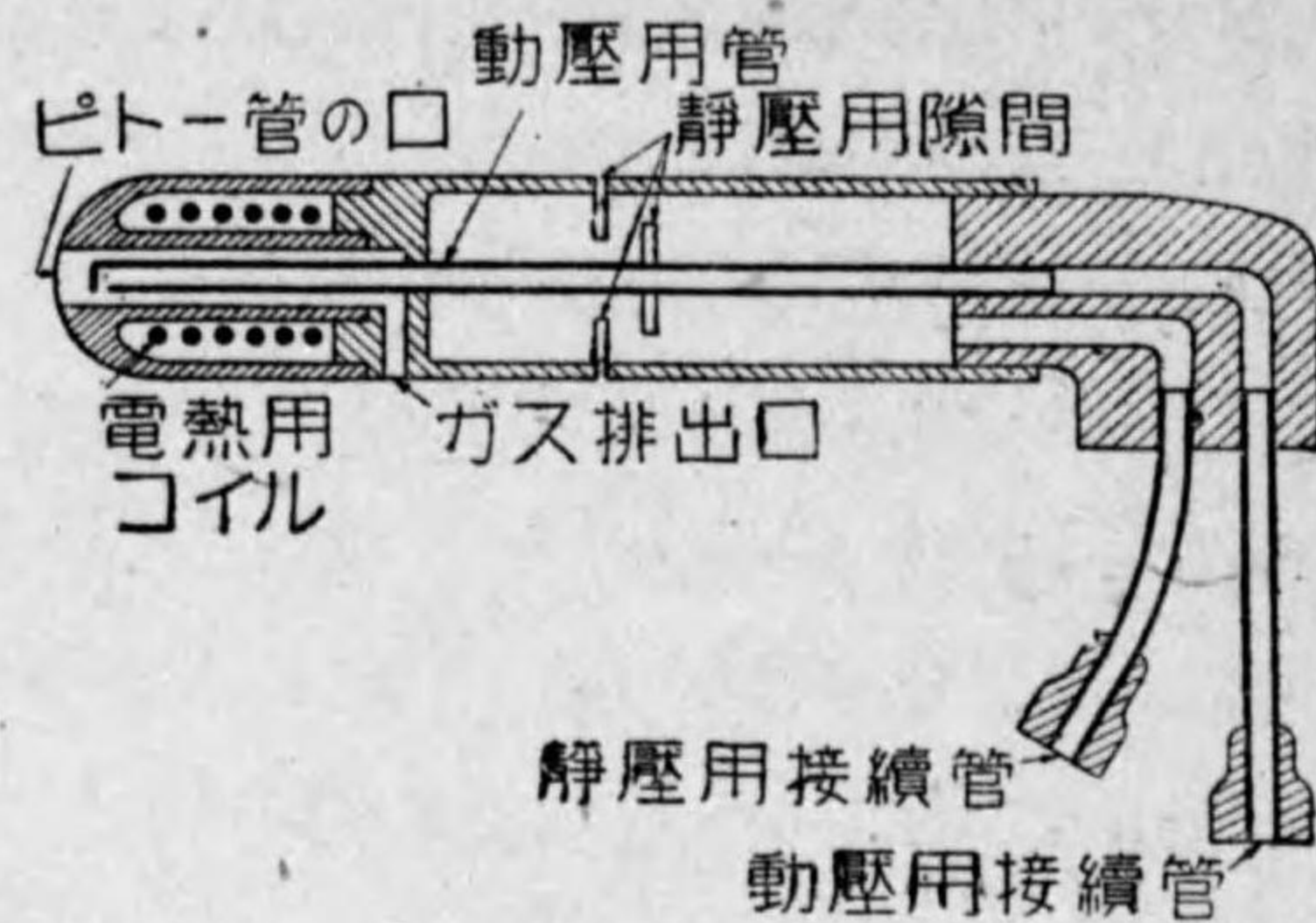
第 248 圖

合はせて目盛つてある。従つて飛行機が出發する時、齒車 9 によつて目盛盤 8 を廻はし、指針の先端を 0 の目盛に一致させて置けば、指針によつて出發地點から見た飛行機の高さを知ることが出来る。

### 2. 速度計

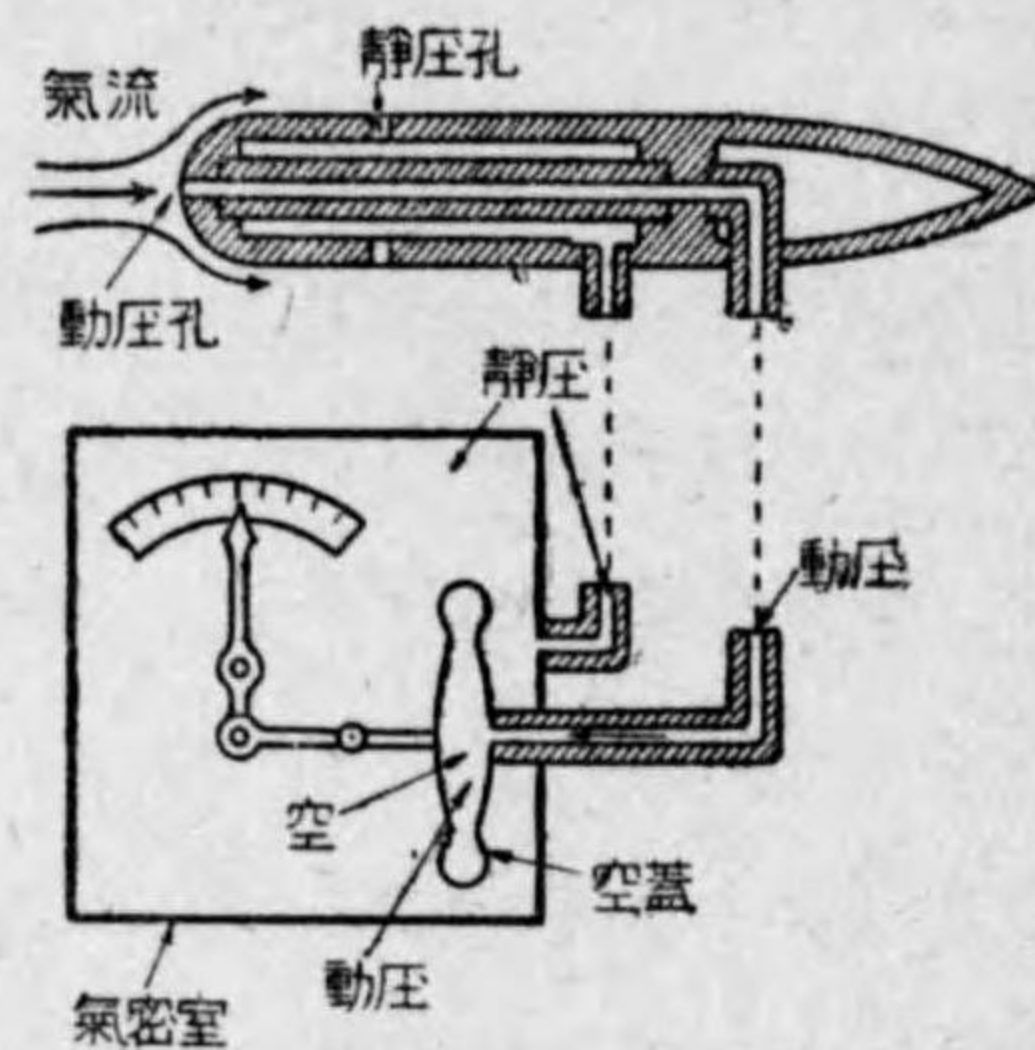
飛行機の速度を計る計器であつて、對地速度を測定するものと、飛行機の空氣に對する速度を計る對氣速度計がある。對氣速度計には壓差を利用するもの、風によつて回轉するもの、動壓を利用するもの、熱線を利用するもの等があるが、壓差を利用するピトー管が最も多く使用される。第 249 圖は、ピトー管の 1 例であつて、その

先端が飛行中に結氷しないやうに電気で暖める装置が附いてゐる。静圧孔は、管の先端から管の直径の6倍位後方に設ける。第250圖は、ピトー管の接続方法を示す。



第249圖 ピトー管

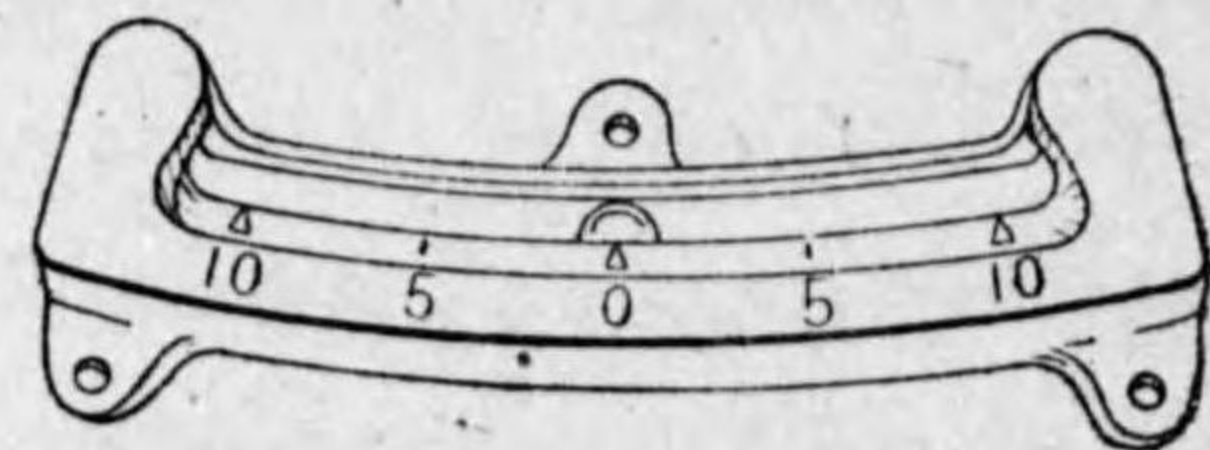
速度計の一種にベンチュリ管を利用したものがあるが、飛行機速度が増加した今日では殆ど用ひられない。



第250圖 ピトー管の接続

### 3. 傾斜計

飛行中機體の傾斜を測定する計器であつて、流體の水平面を利用したもの、水準器のやうに氣泡の性質を利用したもの、振子が常に鉛直の方向を指す性質を利用したもの弧状をした管中に球を入れ、球の移動性を利用した第251圖のやうなもの等がある。



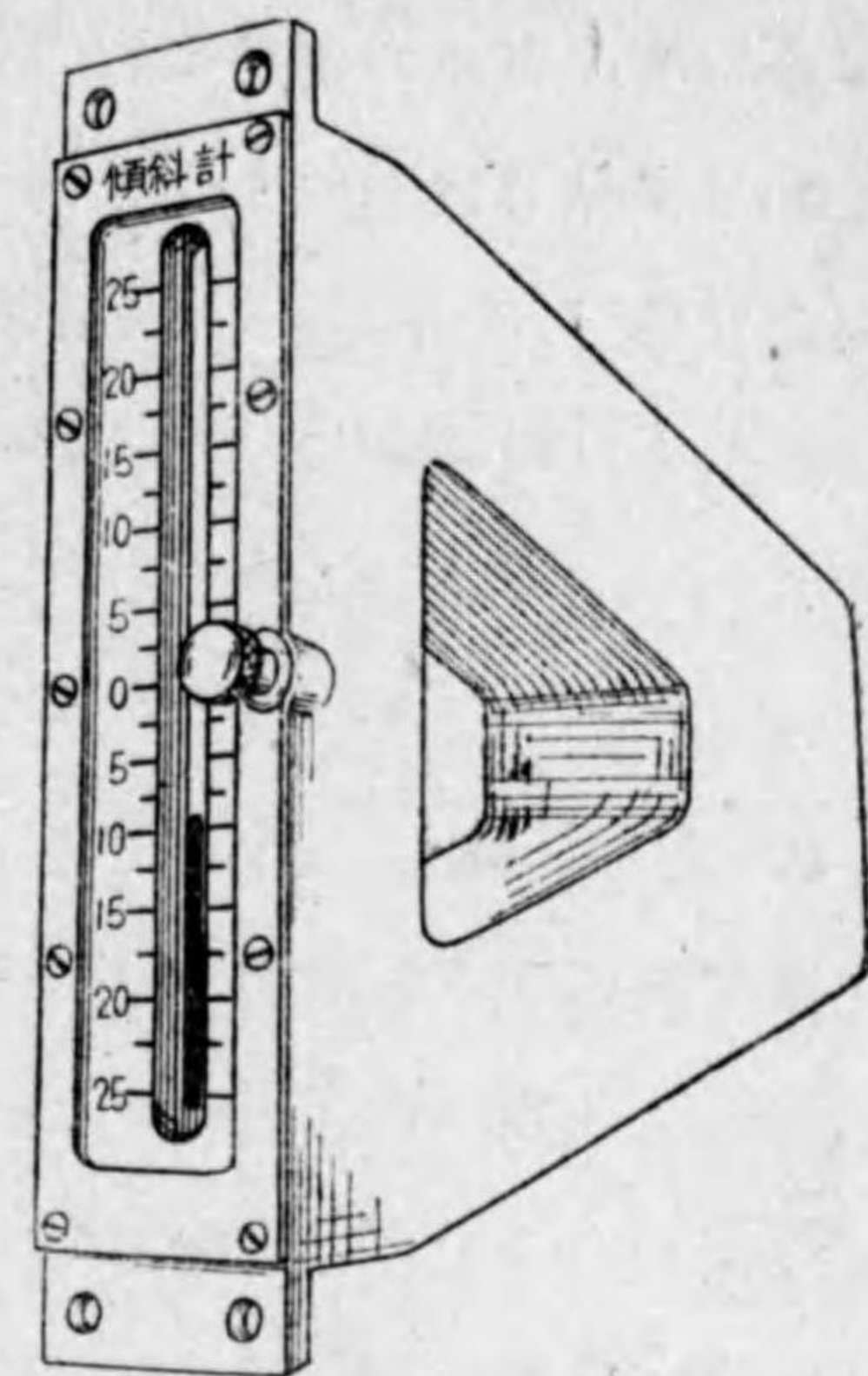
第251圖 球入對比傾斜計

第252圖は、機體の前後傾斜を測定する計器であつて、三角形に曲げられた硝子管中

に液體を半ば満たし、その一邊を目盛盤面に表したもので、三角形の硝子管が機體の前後軸と一致するやうに取付けられてゐる。

### 4. 絶対傾斜計

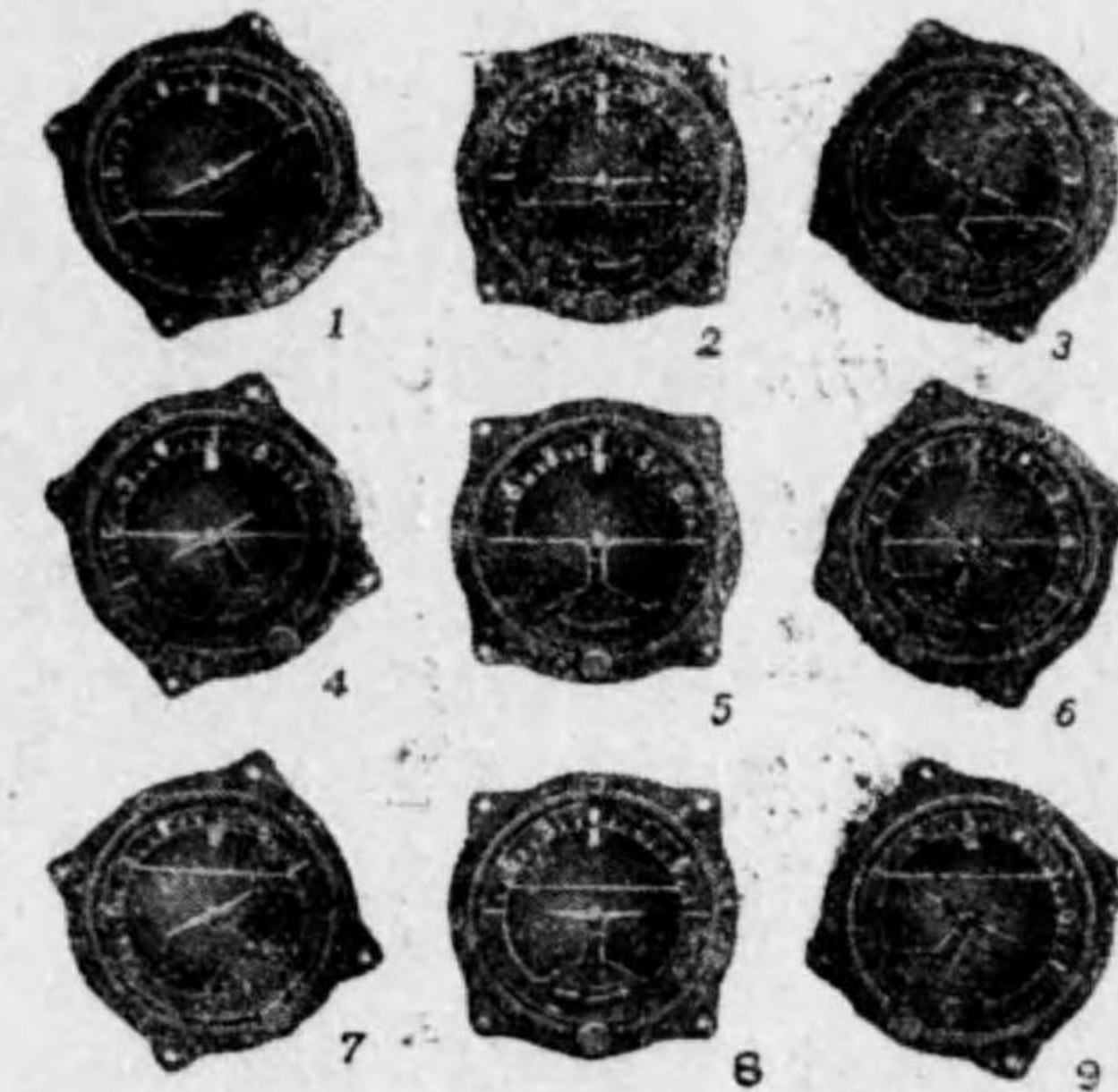
絶対傾斜計はコマと小振子とを組合はせ、地球に對する絶対傾斜を測定する計器である。第253圖は、スベリーの水平儀の正面である。中央の飛行機模型と圓周の目盛盤とは、計器の筐に固定される。模型の後方に白く見える圓盤は、上方を藍色に、下方を土色に塗り分



第252圖 對比傾斜計



第253圖



第254圖 人工水平儀

けてあり、白線は圓盤と飛行機模型との間に在つて、後方(圖には見えない)のコマを主體とする装置に取付けられた曲り金具の一邊

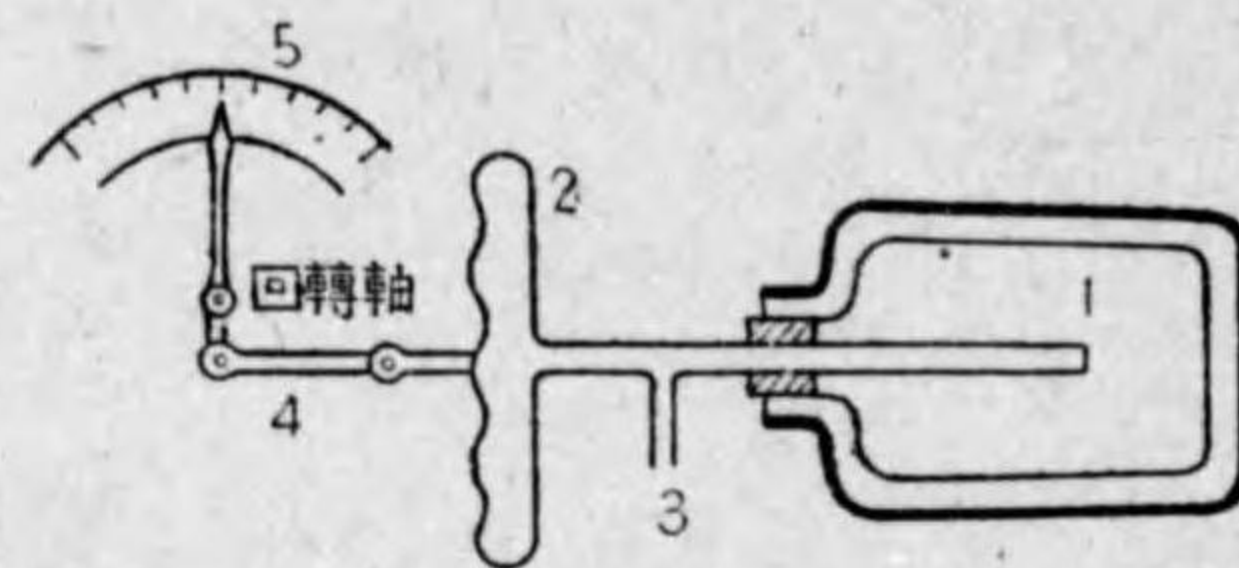
であつて、常に水平に維持される。機が水平飛行を行ふ場合には、模型と白線とは一致して圖の5のやうになり、上昇、横水平飛行の場合には1.3 下降、横水平飛行の場合には7.9のやうにそれぞれ白線の上下に模型の位置が移る。また左右傾斜の様子を知る事も出来る。

### 5. 昇 降 計

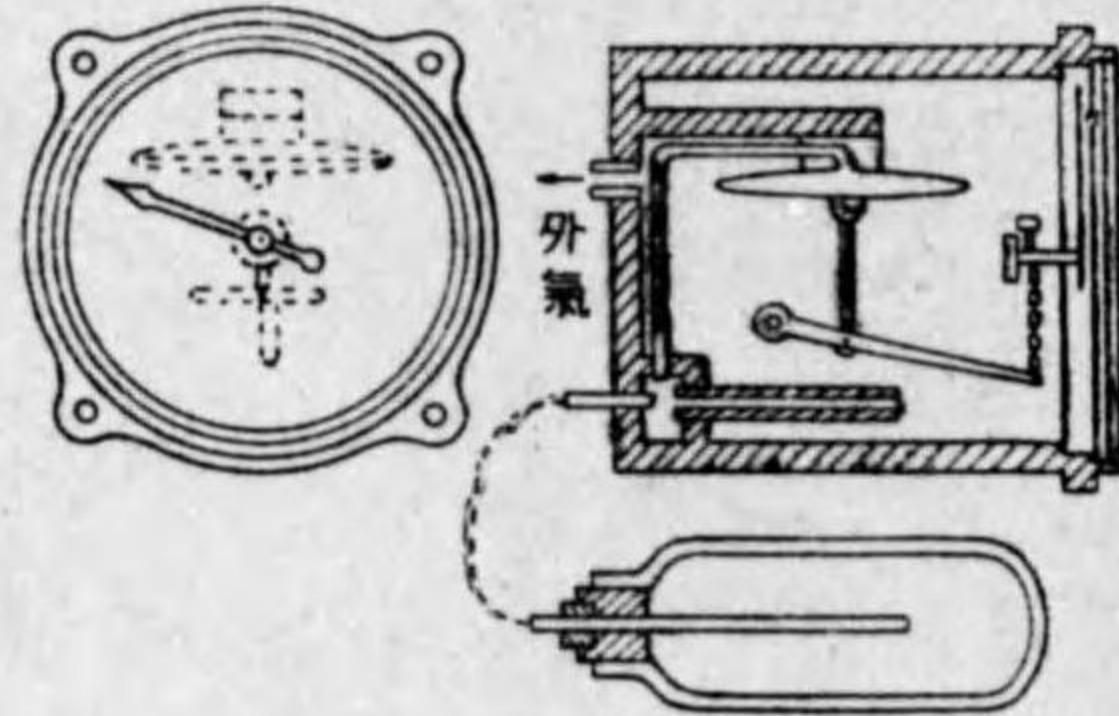
飛行機の上昇、或は下降の速度を指示する計器で、毛細管式のものゝ主に使用されてゐる。第255圖は、毛細管式昇降計の原理を示す略圖である。1の空気室と

2の空盒は管で接続され、その途中にも毛細管3を備へ3は外氣に向つて開口してゐる。今飛行機が上昇すれば、外氣の壓力は高度に應じて低下し、空氣室内の壓力より低くなる。もし空氣室を十分大きな直徑の管で外氣に通じて置けば、空氣室内の空氣は多量に流れ出して、外氣と空氣室内との壓力

は常に等しく保たれる。然し昇降計では、毛細管によつて空氣室が外氣に通じてゐる爲、流出する空氣量は極めて微量であるから、兩者の間に壓力の差が出来る。だから飛行機の上昇速度が一定であれ



第255圖 毛細管式昇降計の原理



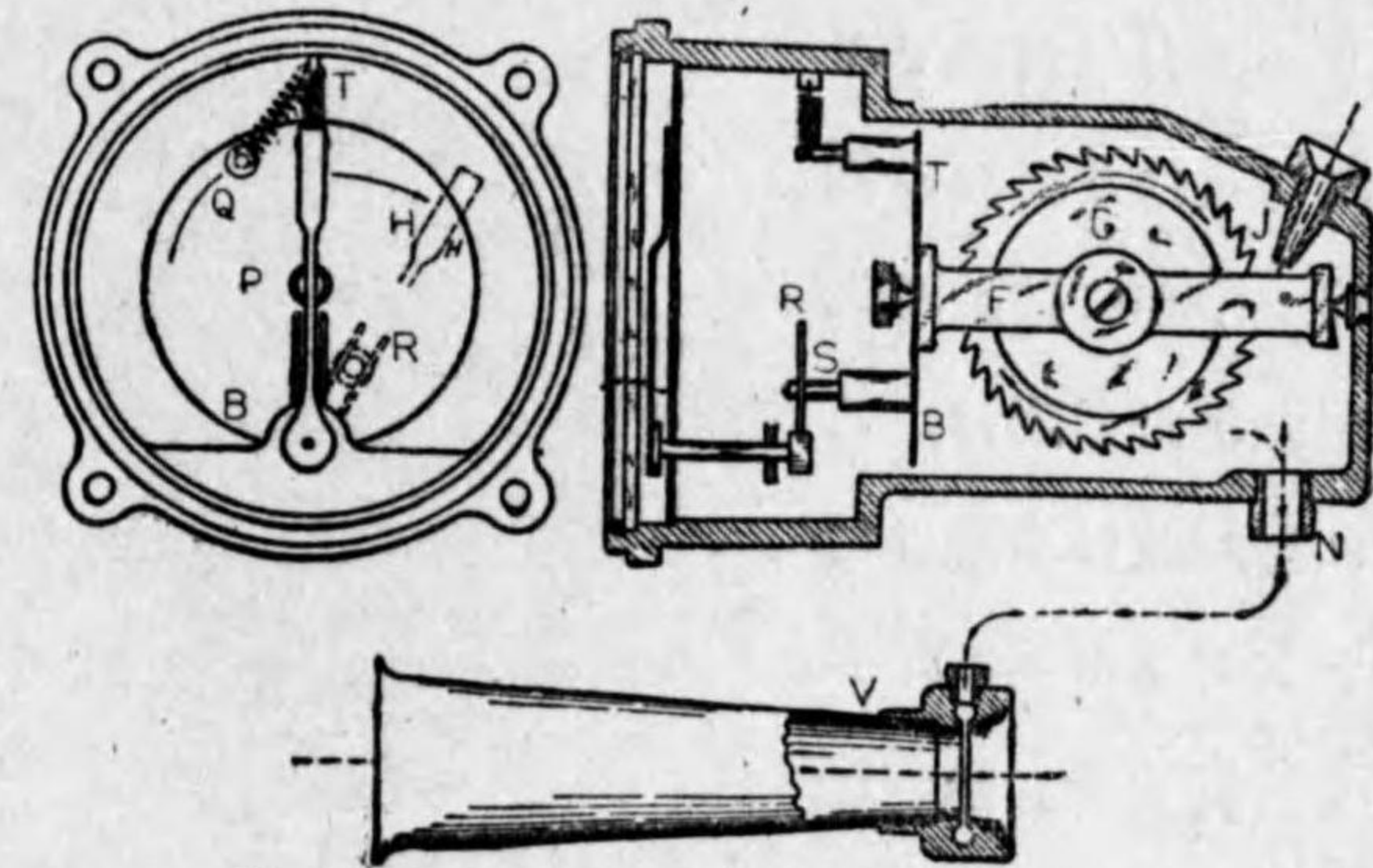
第256圖 毛細管式昇降計

ば、壓力差もまた一定となる。この壓力の差は、空盒に働き指針によつて目盛盤に表される。また上昇速度が變化すれば、空氣室からの空氣の流出量が變化し、従つて壓力差に變化を惹起し、目盛盤によつてこれを知ることが出来る。飛行機が下降する場合には全くこれと反對な現象が現はれる。而もこの壓力差は上昇或は下降速度に比例するから、目盛によつて、これらの速度がわかる。

### 6. 旋 回 計

旋回計は飛行機が旋回運動をしてゐるか否を知る計器でコマの原理を利用して色々製作されてゐる第257圖は同一原理による旋回計の一例である。

圖中 G は小型のコマで筐の中に納められ、そのコマの軸は機體の横軸に平行に、水平ダン



第257圖 ジャイルスコダを利用した旋回計

持され、ダンパルの軸は、樞軸で機體の前後軸に平行に支持され、僅の角度だけ調整が出来る。室は氣密に作られ、空氣の入口 J とベンチュリー管に接続する排出口 N とがある。飛行機が飛行すると、ベンチュリー管の作用によつて排出口から筐内の空氣が吸出される一方外氣は入口から高速度で吹込まれてコマに激突し、コマは高速

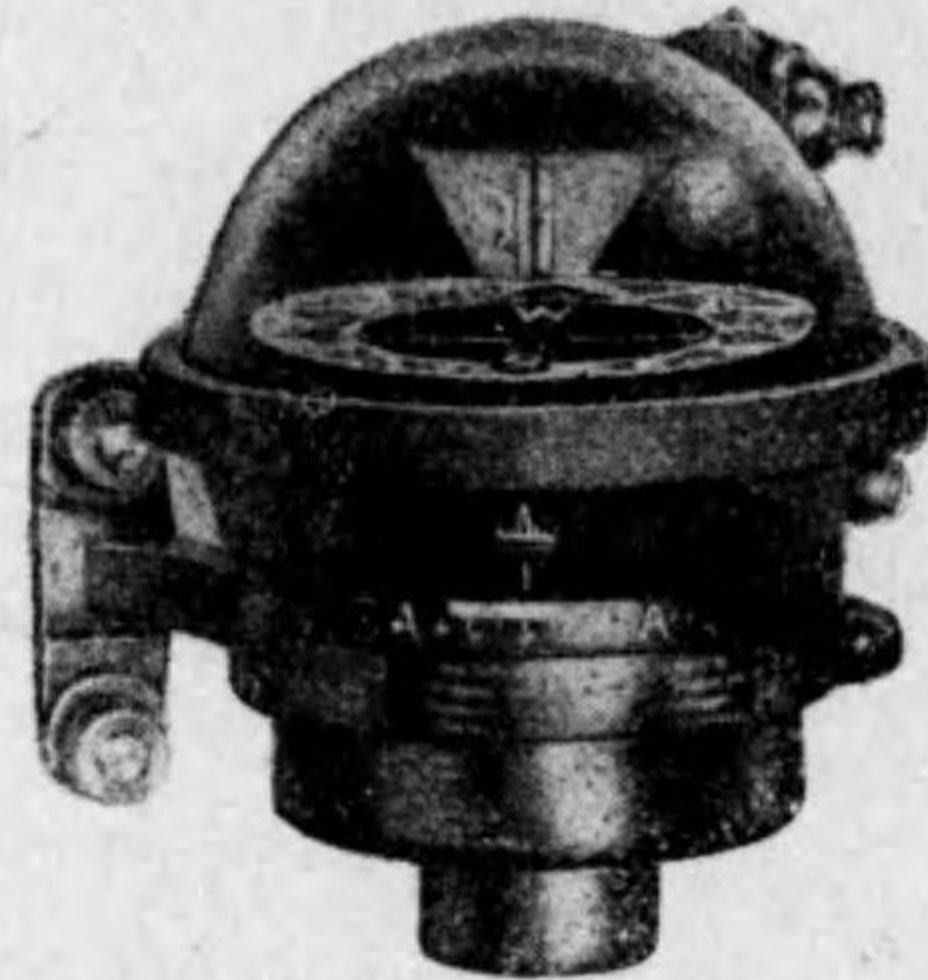
度で回轉する。今飛行機が旋回すると、機體と共にこの装置が機體の垂直軸の周りに回轉するので、チンバルはコマの作用によつて、前後軸の周りに變位する。この變位は、擴大装置を経て指針を動かすから、目盛盤によつて旋回速度を知ることが出来る。

## 7. 羅 針 儀

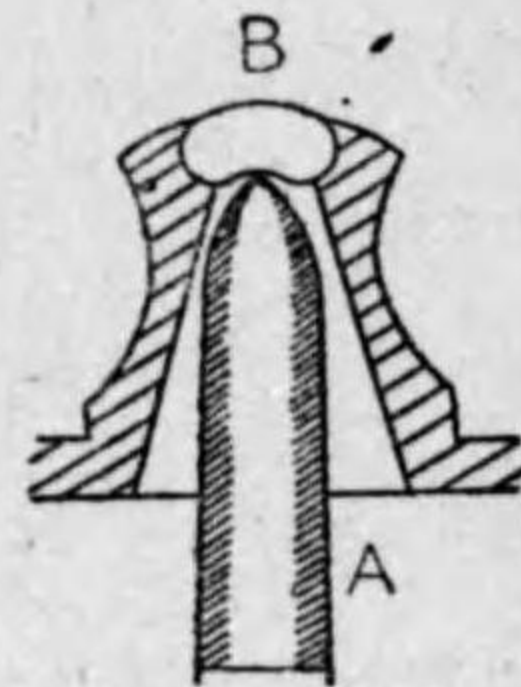
羅針儀には、羅牌式羅針儀、セレンウムセル羅針儀、電氣式遠隔指示羅針儀等がある。

羅牌式羅針儀では、羅牌と呼ぶ方位を目盛りした圓盤の裏に、表面に記した南北の印に平行に、數本乃至十數本の針狀磁石が貼り付けられまたは針金で取

附けられる。更に羅牌の中心には、瑪瑙製の軸針を附け、これを羅盆に取附けたサファイヤ製の軸受で支持する。即ち船舶用では第 259 圖の



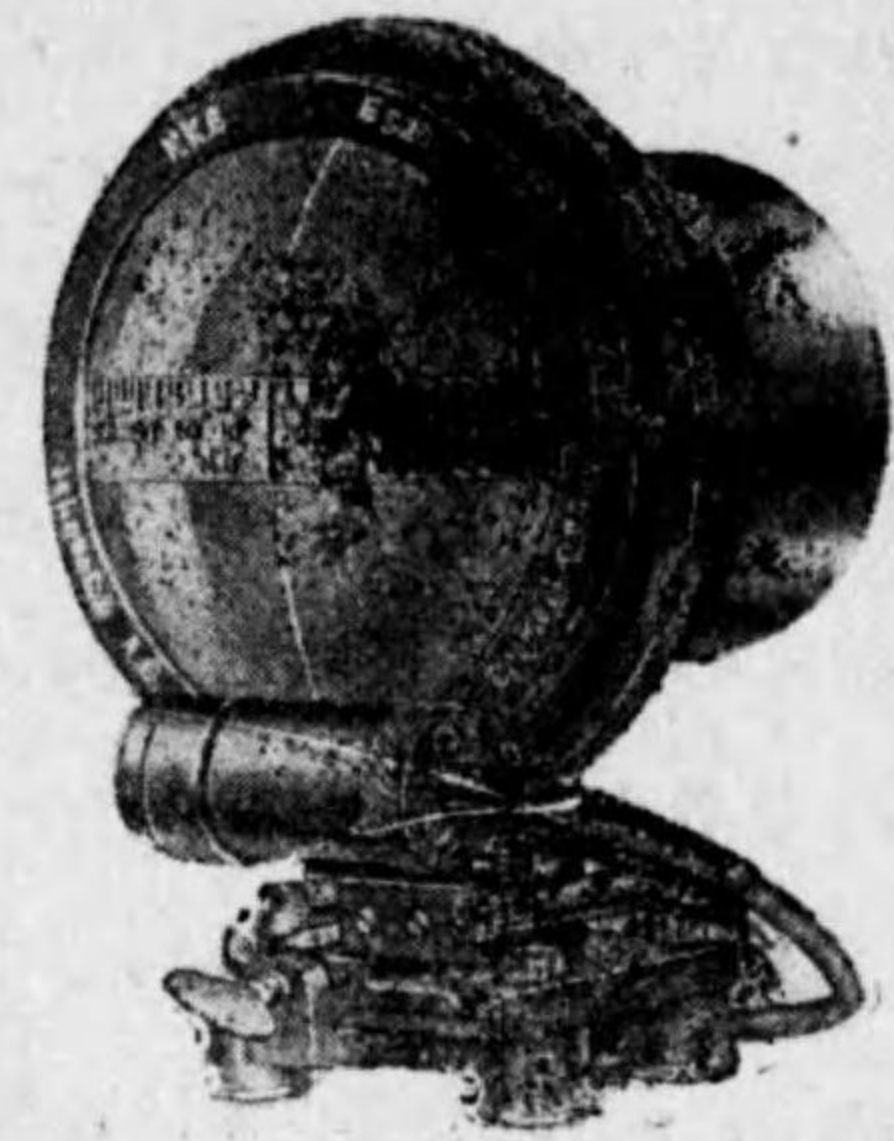
第 258 圖 羅牌式羅針儀



第 259 圖

やうに、A は軸針、B は軸受であるが航空機用羅針儀ではこれと反對にして激しい動搖によつて發生する皿廻し現象を防いでゐる。また羅牌の振動を減じ、軸針の先端に加はる壓力を少なくして摩擦を減らすために、羅盆に液體を満たし、羅牌を液體中で働くやうにする。羅針儀の振動は、羅牌が振動し始めてから數回の振動で最後の

位置に落ちつく程度であつて、羅牌の最初の偏位が、45 度の場合に、それが軸の周りに振動して、1 度以内の偏位に落ちつく迄の所要時間は、凡そ十數秒とされてゐる。また羅盆中に液體を満すと飛行機が旋回すれば液體も羅盆と共に回轉する。このため羅牌が廻つて指度に誤差の生じる憂があるから、これを除去するために羅盆を球形とする。第 260 圖は、この一例である。



第 260 圖 無週期式羅針儀

## 無週期羅針儀

無週期羅針儀は羅牌の振動を全く除去したもので、羅牌は針狀磁石だけとして羅盆の液體中に沈め、方位の目盛盤は羅盆に取附けてある。羅針はタングステン鋼、K S 鋼等の磁化したもので、幾何學的中心線と磁氣的中心とが一致するやうに細い針狀のものを用ひ、磁力を強めるためには、一箇の羅牌に多數の磁針を取附ける。羅盆中に満す液體の性質としては、氣化性が少なく、羅牌や羅盆を腐蝕させず、粘性が溫度によつて變化し難く、密度の小さいことなどが希望されてゐる。アルコールは金屬を腐蝕させる以外には良好な性質を持つてゐる。

## 8. 油 量 計

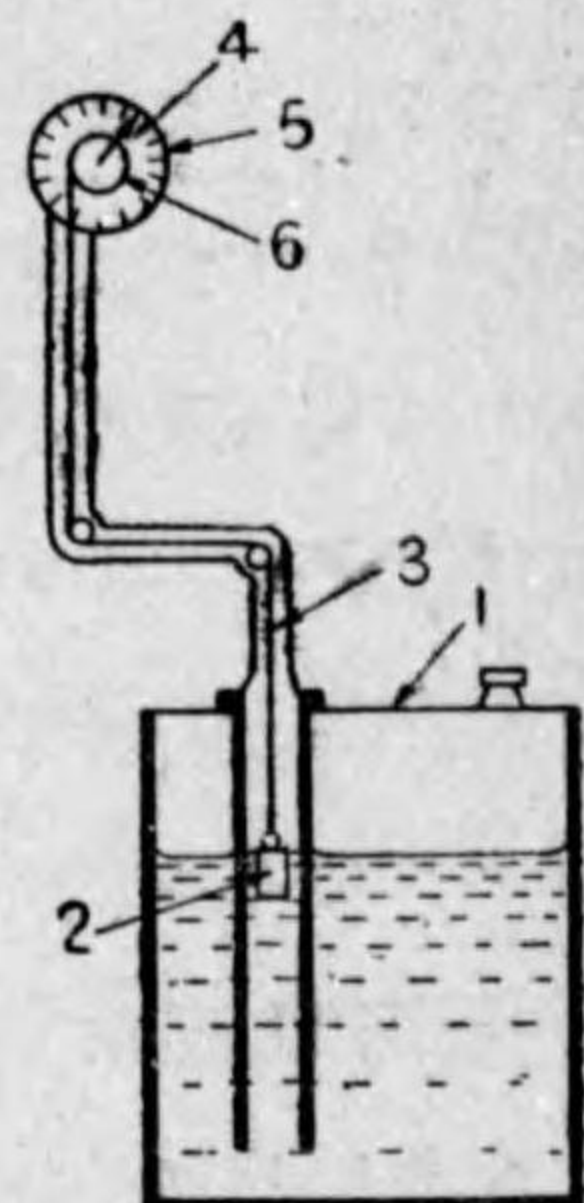
油量計は、燃料槽中に現存する液體燃料等の量を測定するに必要

な計器であつて、浮子式、壓力式、電氣式等幾多の種類がある。

### (1) 浮子式油量計

浮子式油量計は、最も廣く使用されてゐる型式であつて、液中に浮子を浮かせ、浮子の液面に従つて上下する運動を機械的に或は電氣的に指示器に傳達するものである。

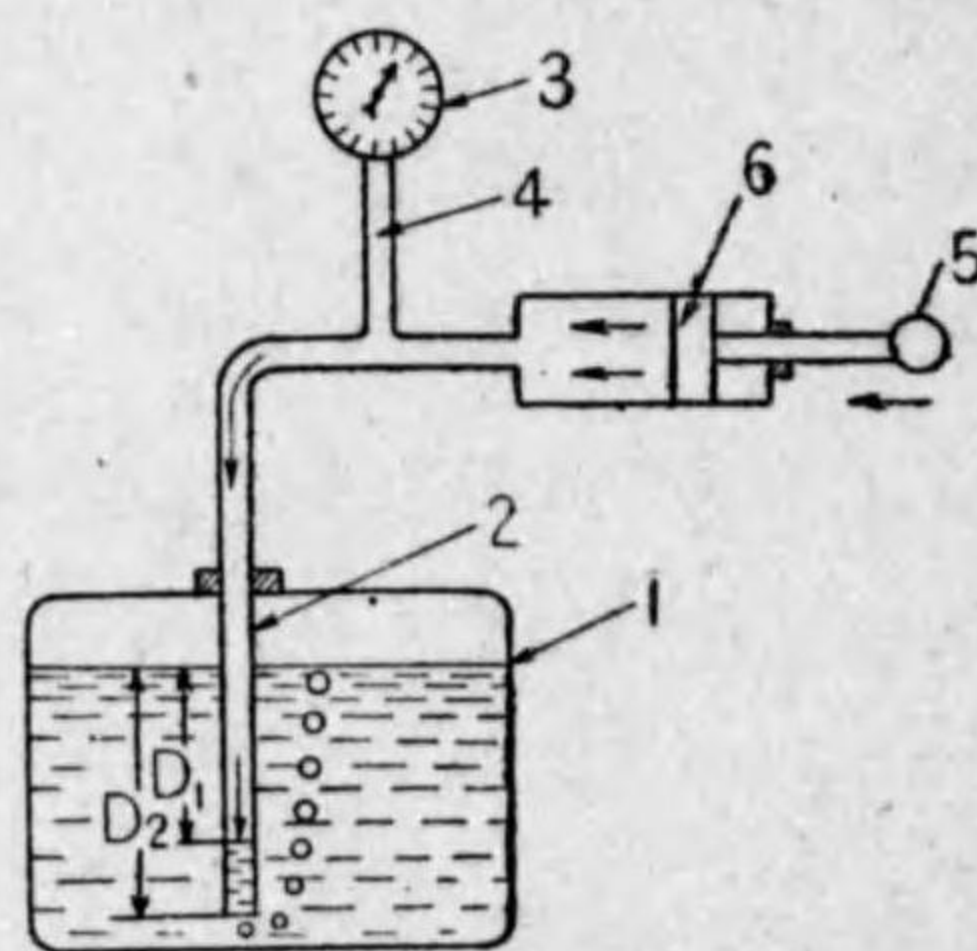
第261圖はその一例であつて、1は液體燃料槽で、管中の浮子2は液面と共に上下し、絹糸3は浮子の運動を指示器の軸6に傳へて指針4を回轉するから液面の高さは、目盛から直に讀取ることが出来る。



第261圖 浮子式油量計の原理

### (2) 壓力式油壓計

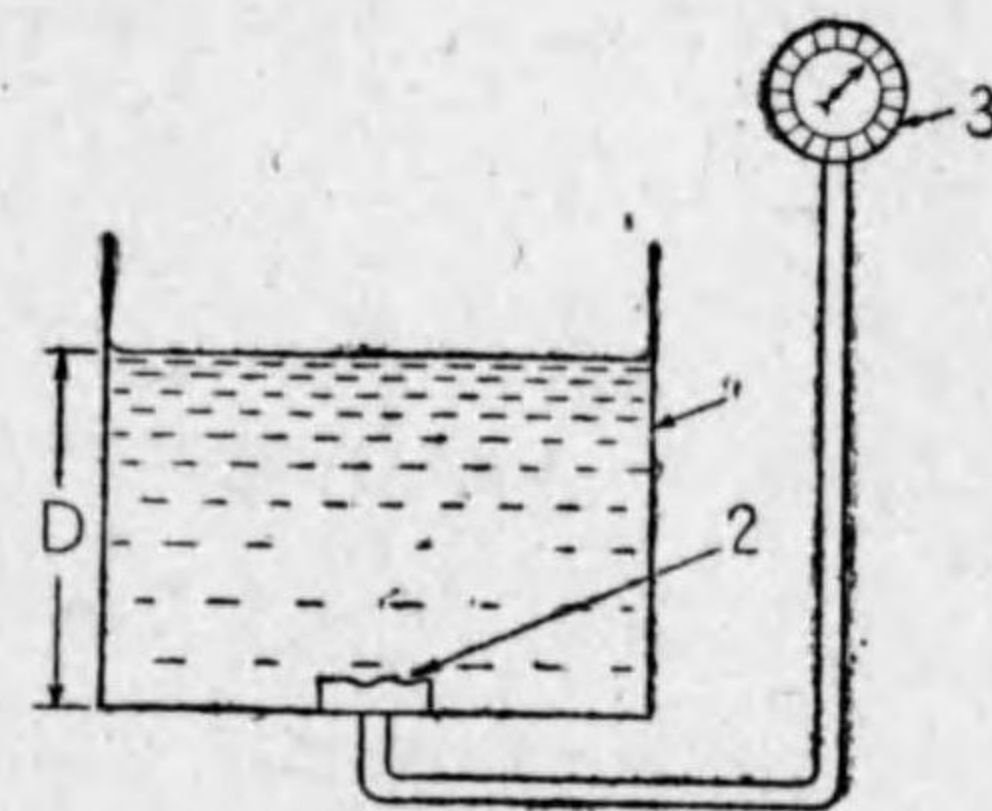
第262圖は、壓力式油壓計の原理を示すもので、槽底部の壓力が液の深さに比例することを利用したものである。液體燃料槽1の中に、管2を槽の底近くまで下げ、その端を液の中に開放する。他の端は圖のやうに壓力計3とポンプ5に接續する。今ポンプの握り5を矢の方向に押し、ピストン6は圓筒及び管中に密閉されたガスを壓縮してガスの壓力は増加する。このとき管中の液面は押下げられ深さ  $D_1$  に相等する壓力が、ガスの壓力と等しくなる。従つ



第262圖 壓力式油壓計の原理

て壓力計に現はれる壓力は、ガスの壓力であるが同時に深さ  $D_1$  に相等する液體の壓力でもある。更にピストンが進むと、管中の液面は益々降り、管の下端に達すると、壓力計は深さ  $D_2$  に相等する壓力を指示する。ピストンが更に進むと、ガスは泡となつて管の下端から排出されるから、ガスの壓力はこれ以上は昇らない。従つてこの場合の壓力を讀んで燃料槽内に残存する燃料油の分量を知ることが出来る。また目盛盤の目盛を適當に選べば、目盛から直に燃料油の量を讀取れて便利である。

第263圖も壓力式油壓計の一種で、液體燃料槽1の底に空盆2を取付け、液はその深さ  $D$  に相等する壓力で空盆面を壓す。この壓力は管によつて指示器に傳達され、指針はその壓力を示す。この壓力は液の深さに比例して變化するものであるから、操縦者は目盛盤から直に液量を讀取ることが出来る。



第263圖 壓力式油壓計の原理

# 航空機大意

(出文協承認ア10304號)

Ⓢ 定價 2 圓

昭和 17 年 10 月 25 日印刷  
昭和 17 年 10 月 30 日發行  
(3000部)

---

著 作 者	大 日 本 工 業 學 會
發 行 者	高 直 屹 東京市神田區一ツ橋教育會館
印 刷 者	須 藤 西 壽 (東東466號)
印 刷 所	須 藤 印 刷 所 東京市豊町區飯田町1ノ5
發 行 所	大 日 本 工 業 學 會 東京市神田區一ツ橋教育會館 振替東京 6180 番 電話九段 470 番 會 員 番 號 1 1 6 5 2 6 番

---

配 給 元 東京市神田區淡路町2ノ9 日本出版配給株式會社

## わかり易い 工場教科書

### 監修 工場教科書・獨習書に最適!!

工學博士 淺川 禮八  
 工學博士 生源 寺  
 理學博士 山本 勇  
 理學博士 竹内 時

本書は多年に亘る辛苦研鑽の結果編纂せられたもので、何れもわかり易く説明せられてゐるので知識程度の低い工員養成用として特に最適である。陸海軍工廠を始め全國及滿洲の千五百餘工場にて好評採用中である。

**工業初等物理** 菊判 166頁  
 ¥.80 千.12

本書はことに初めて學ぶ人のために、嚙み砕いて物理学の全般を説いたもので、内容は悉く工業の實際に即してゐる。

**工業初等化學** 菊判 148頁  
 ¥.80 千.12

「化學とは何ぞや」から稿を起し、無機化學、有機化學の全般を面白く實際に役立つやうに工業化學として述べてゐる。

**工業初等英語** 卷一 菊判 136頁  
 ¥.80 千.12

工業上の實際にすぐ役立つやう著述されたもので、初心者にも容易に工業英語の實力が得られるやうにしたものである。

**工業初等數學** 菊判 270頁  
 ¥1.00 千.14

算術、代數、幾何、三角法を綜合包括し工業上實用の問題や例を多く取入れ平易に述べたものである。

**機構學 (機械のからくり)** 菊判 136頁  
 ¥.80 千.12

色々な齒車仕掛やリンク仕掛を始め各種多數の機械のからくりについてその理論と實際を明述したものである。

**機械材料及工作法** 菊判 278頁  
 ¥1.60 千.14

前半は機械材料について詳しく述べられ、後半に於て機械工作法一般を公開したものであつて内容は極めて豊富である。

**蒸汽原動機及内燃機** 菊判 284頁  
 ¥1.60 千.14

前半に於て各種蒸汽原動機の實際を述べ、また後半に於ては内燃機關の全般を詳述したものである。

## わかり易い 工業獨習書

**機械工作實習指導** 綜合 菊判 508頁  
 版 ¥2.50 千.16

本書は機械材料及工作法の姉妹篇とも稱すべきもので前者は理論を主としたのに對し本書は實際指導を旨としたもの。

**手 仕 上** 分冊 菊判 106頁  
 版 ¥.80 千.12

機械工作實習指導第一篇を分冊したものが本書であつて手仕上工作法についての實際は遺憾なく網羅されてゐる。

**機 械 工 作 法** 分冊 菊判 110頁  
 版 ¥.80 千.12

本書は機械工作實習指導第二篇を分冊に附したもので、機械工作の實際について懇切に指導したものである。

**木 型 及 鑄 造** 分冊 菊判 104頁  
 版 ¥.80 千.12

木型の作り方及鑄造作業の實際について解り易く指導したもので、本書は機械工作實習指導第三篇の分冊版である。

**鍛 工 及 鋼 の 熱 處 理 法** 分冊 菊判 125頁  
 版 ¥.80 千.12

本書は機械工作實習指導第四篇の分冊版である。鍛工作業及鋼の焼入、焼戻等について詳述されてゐる。

**板 金 ・ 製 罐 及 鋸 接 法** 分冊 菊判 80頁  
 版 ¥.80 千.12

極めて簡潔平易に板金、製罐、鋸接作業法の一般を解説したもので、機械工作實習指導の第五篇の分冊版である。

**機 械 力 學** 菊判 200頁  
 ¥1.20 千.14

誰にも平易に解るやうに獨特な説明によつてむづかしい力學を平易化し、かつ實用に至便なやうに著述されてゐる。

**機 械 材 料 強 弱 學** 菊判 160頁  
 ¥1.20 千.14

本書は機械材料強弱學の全般に亘つて詳述したものであるが附録として材料試驗法及光弾性學が併述されてゐる。

**機 械 製 圖** 菊判 224頁  
 ¥1.20 千.14

コンパスの使ひ方、線の引き方等の用器畫法から進んで機械製圖の實際を廣汎に亘つて平易に講述したものである。

絶 讚

採用校既に千五百餘校  
何れも増刷に踵ぐ増刷

水力學及水力機械 菊判 144頁  
¥1.00 千 .14

水力學及水力機械を相互に緊密な連絡を保つて、併述したものであつて讀者にとつて興味ある一篇である。

金 相 學 菊判 96頁  
¥.80 千 .12

各種金屬断面の顯微鏡寫眞を多數挿入し金相學の全般を嚙んで含めるやうに詳述したものである。

工 場 管 理 菊判 135頁  
¥1.00 千 .12

工場組織とその機能を詳説すると共に作業の合理化等工場管理の理論と實際は悉く平易に述べられてゐる。

電 氣 通 論 菊判 298頁  
¥1.60 千 .14

電氣に関する基礎知識一般について述べたものであつて、電氣學の入門書として絶好のものである。

交流理論及電氣機械 菊判 162頁  
¥1.20 千 .14

むづかしいものとされてゐる交流理論をごく平易に述べ、また電氣機械の實際に興味本位に講述したものである。

電氣材料及工作法 菊判 92頁  
¥.80 千 .12

電氣絶縁類電線類その他電氣機械器具用材料に關して解説する一方電氣機械器具の工作法を懇切指導したものである。

電 燈・照 明・配 電 菊判 159頁  
¥1.50 千 .14

電燈照明配電の理論と實際に亘つて豊富な寫眞圖解に依り得心の行くやうに明述し卷末に電氣工作物規程を載せてゐる。

交 流 理 論 菊判 150頁  
¥1.30 千 .14

既著「交流理論及電氣機械」より交流理論を取出して、それに全面的に補訂を施したので、交流の事ならすべて解る重寶なものである

電 氣 溶 接 及 電 氣 爐 菊判 141頁  
¥1.20 千 .14

本書は電氣溶接及電氣爐の全般を豊富な挿入圖に依り懇切に解明したもので、卷末には鋼の各種製法を説いた貴重な敘述が添録されて居る。

# 最新電氣工學綜合書

實務參考書及工業教科書として好評

電 燈・照 明・配 電

内容 159頁 ¥ 1.50 千 12

交 流 理 論

内容 150頁 ¥ 1.30 千 12

電 氣 溶 接 及 電 氣 爐

内容 141頁 ¥ 1.20 千 12

電 氣 測 定 器 及 測 定 法

内容 150頁 ¥ 1.20 千 12

無 線 工 學

内容 204頁 ¥ 1.50 千 12

電 氣 機 械

内容 248頁 ¥ 1.60 千 12

大日本工業學會編纂

監 修 者

工學博士 大 槻 喬

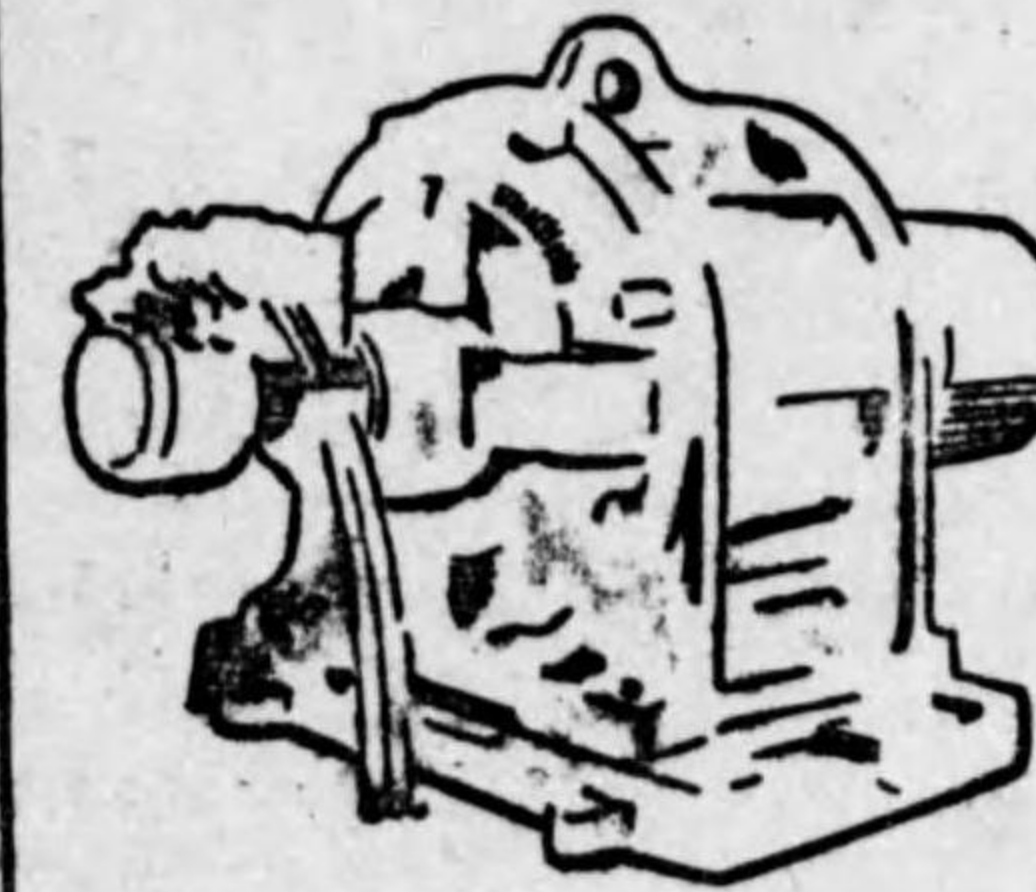
工學博士 西 健

工學博士 生 源 寺 順

規 格 A 列 5 判

ク ロ ー ス 洋 装 全 6 卷

各 卷 自 由 分 賣



本電氣工學綜合書は權威ある十數名の教育者並に工場實際家の協力を得て編纂されたもので、徹頭徹尾實際に即し解り易いことが唯一の強味である。

電氣工學へのよりよき入門書として一般實務家の絶讚を博し亦工業教科書として多大の好評を博してゐる。



# 定評ある工業書

- |                     |               |                         |
|---------------------|---------------|-------------------------|
| 大阪鐵工所技師<br>山中秀男著    | 日本製圖の指針       | 菊判 240頁<br>¥ 1.80千 .16  |
| 大阪鐵工所技師<br>山中秀男著    | 全實用機械製圖法      | 菊判 400頁<br>¥ 2.80千 .22  |
| 神田孝一著               | 工場管理論         | 菊判 940頁<br>¥ 6.00千 .22  |
| 木塚大吉著               | 實用鋼の焼入法       | 菊判 200頁<br>¥ 2.00千 .14  |
| 工學博士<br>河合匡著        | 金屬材料          | 菊判 1406頁<br>¥ 9.50千 .24 |
| 前濱松高工教授<br>吉川玉吉著    | 化學機械の理論と實際    | 菊判 419頁<br>¥ 4.50千 .18  |
| 前濱松高工教授<br>吉川玉吉著    | 化學機械の計算法      | 菊判 233頁<br>¥ 2.50千 .14  |
| 前東京高工教授<br>米村健一著    | 齒車の計算法        | 菊判 162頁<br>¥ 1.50千 .12  |
| 東京府立工務學校教授<br>飛永甚治著 | 齒車の設計並齒切法     | 菊判 332頁<br>¥ 3.00千 .18  |
| 和田誠一著               | 職長を中心とした工場管理法 | 菊判 193頁<br>¥ 1.50千 .14  |
| 前長岡高工教授<br>桐淵勲藏著    | 酸素銲接及截斷法      | 菊判 388頁<br>¥ 3.50千 .18  |
| 前東京高工教授<br>田島義造著    | 機械工作便覽        | 菊半判 179頁<br>¥ 1.20千 .06 |
| 桐淵勲藏<br>古澤高氣 共著     | メートル換算早見表     | ポケット判 53頁<br>¥ .50千 .04 |
| 前東京高工教授<br>田島義造著    | 齒車表           | ポケット判 41頁<br>¥ .40千 .04 |
| 國策パルプ製造<br>高田直屹著    | 製紙工業          | 菊判 602頁<br>¥ 3.50千 .22  |

538-D24㊦



1200500745788

538  
24

終