

航空読法スタディガイド

一般幹部候補生課程（1・3課程）

部内一般幹部候補生課程（航空班）

幹部予定者課程（航空班）

44・3

海上自衛隊幹部候補生学校

班 番号 氏 名

HP『海軍砲術学校』公開資料

目 次

1	航空航法概説	1
(1)	序 論	//
(2)	航法の目的	//
(3)	航空航法の特異点	2
(4)	航法の3要素	3
(5)	基本的用語	4
(6)	基本的記号	10
(7)	風力三角形	11
2	航空図	15
(1)	用語の説明	//
(2)	地 図	17
(3)	航空用チャート	22
(4)	地点表示	25
3	航法の種類	26
(1)	基本航法	//
(2)	E6B(E10A改)の使用法	//
(3)	基本航法の補助手段	28
ア	天文航法	//
イ	地文航法	30
ウ	電波航法	//
(4)	その他の航法	40
ア	極地航法	//
イ	気圧配置航法	41
ウ	自立航法	44
エ	戦術航法	46

HP『海軍砲術学校』公開資料

第 4 章 航空航法

1 航空航法概説

(1) 序 論

最近の航空の発展を考えると、発動機、機体などの航空機それ自体の発達もさることながら、航法技術（航法機器、航法援助施設を含む）の発達が蔭の力となつている。

たとえば、気圧配置航法の発達により、東京、シアトル、ロスアンジェルス、ニューヨーク、ロンドン等の大洋を隔てた都市間の航空交通を進展させ、極地航法の開発は極付近の航空航法も可能にし、コペンハーゲン、アンカレッジ、東京の航空路を可能とした。

また戦時における航空航法の重要性については、第2次大戦において各国とも（主として日米海軍）自機の位置を失し（*LOST POSITION*）、基地や空母に帰投し得なかつた未機還機が相当数あつたことから理解できるであろう。

*ASW*においても目標の正確な位置は搜索機の位置精度に依存し、又空軍にあつては爆撃精度は位置精度に依存する。

したがつて航空航法技術は戦力の重要な一部と考えられる。

(2) 航法の目的

HP『海軍砲術学校』公開資料

(3) 航空航法の特異点

ア 運動性

(ア) 速力が大である。

1分間に120KTで2'

180KTで3'(P2V)

240KTで4'

(イ) 空中で停止できない(H/Cを除く)

(ウ) 運動が立体的である

イ 計器

(ア) 重量容積に制限を受ける。

(イ) 悪気流や運動により誤差を生じやすい。

ウ 気象

(ア) 風の影響を全量受ける。

(イ) 気象の影響は極めて大きく、航法の実施及び飛行に制限を受ける。

エ 作業環境

(ア) 作業環境が悪い。

オ 燃料による制限

HP『海軍砲術学校』公開資料

(4) 航法の3要素

ア 機位の確認

機位の確保は航法目的の大半を達成したものとなる。

(ア) 風の影響

(イ) 誤差

イ 針路の決定

(ア) コースの決定

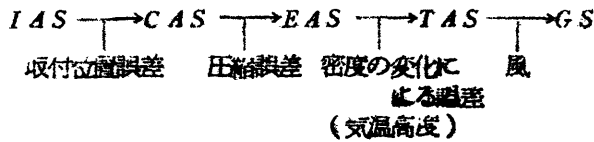
(イ) 風の確認

ウ 到達予定時刻の算出 (ETA)

(ア) GROUND SPEEDの算出

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

高速機



a 取付位置誤差

機の速力の変化による動圧孔と静圧孔の位置関係より生ずる誤差である。

b 空気密度の変化による誤差

速度計は標準気圧，標準気温の状態（大気圧 29.92 inHG，気温 +15°C）の空気密度 0.076 LBS/cu ft に基礎をおいている。

これが標準密度であつて，この密度のときは CAS（高速機の場合は EAS）は TAS に等しい。したがつて，気圧気温が変化すれば空気密度が変化するから TAS と CAS の比も変化する。

c 修正法

イ HEADING, COURSE と TRACK

(ア) CH : COMPASS HEADING (コンパス針路)

(イ) MH : MAGNETIC HEADING (磁針路)

(ウ) TH : TRUE HEADING (真針路)

(エ) TR : TRACK (航跡)

(オ) CS : COURSE (航路)

※ BEARING (方位)

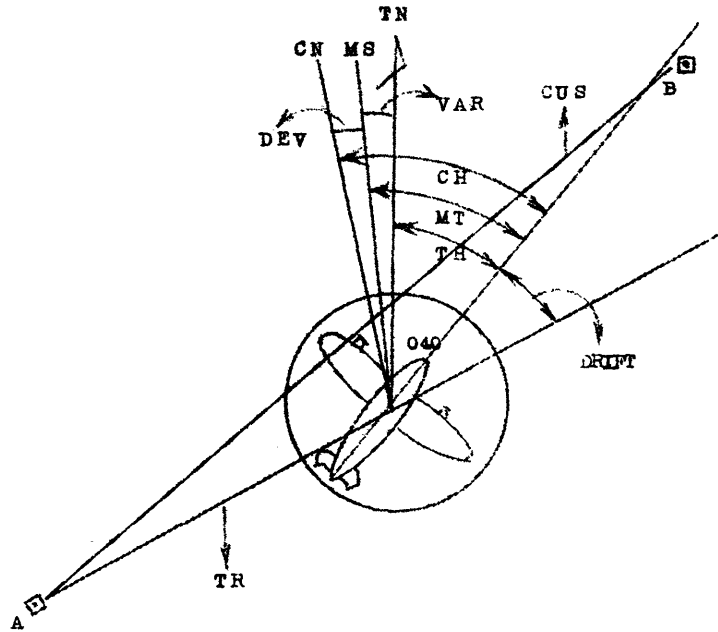
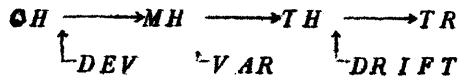
TB : TRUE BEARING

RB : RELATIVE BEARING

VAR : VARIATION (偏差) : 真針路と磁針路の差

DEV : DEVIATION (自差)

HP 『海軍砲術学校』 公開資料



(例)

CH	DEV	MH	VAR	TH	DRIFT	TR
091	+1	092	-7	085	+5	090
045	-1	044	-6	038	-7	031
020	-2	018	-8	010	-10	360

COURSEとは予定の、又は意図するTRACKであり、TRACKとは対地上に画いてきた、および画いている航跡である。

例えば航空機が「MY HEADING 090」と報告してもTRACKは090とは限らない。

逆にCOURSE 090で飛行しようとする意図するときのHEADING(CH)は090とは限らない。

HP『海軍砲術学校』公開資料

ウ 高度 (*ALTITUDE : ALT*)

航空機の高高度計は一般にアネロイド気圧計を用いた気圧高度計である。航空機は飛行高度における大気圧を測定し、これを気圧海面上の高さフィートで表わす。

(7) 気圧高度 (*PRESSURE ALT*)

気圧が標準気圧遞減率によるものとした時の標準状態の海面からの高度をいう。高度計の窓に 29.92 吋を整えれば器差のない計器高度は気圧高度を指す。

(8) 計器高度 (*CALIBRATED ALT*)

アルチメーターセッティングが高度計の窓に整えられ、器差を修正した計器の面に指示された高度である。これは海面からの高度であるが大気が標準状態でない時の修正は行なわれていない、つまり気圧の遞減率は標準であるとの仮定による高度である。

(9) 指示高度 (*INDICATED ALT*)

高度計の指度そのまま器差を修正していない高度。

(10) 真高度 (*TRUE ALT*)

海面上の実際の高度であり、計器高度に気温の修正をしたものである。
↓
平均水準面

(11) 絶対高度 (*ABSOLUTE ALT*)

飛行機の真下の地面からの高さである。したがって海上ならば真高度と同じであり陸上ならば真高度から標高を引いたもの。

(12) 密度高度 (*DENSITY ALT*)

標準大気で決められた空気密度に相当する高度であり、真高度のいかにかわらずその高度の密度が標準大気のどの高度に相当するかを表わしたものである。

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

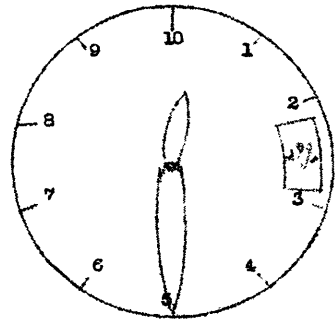
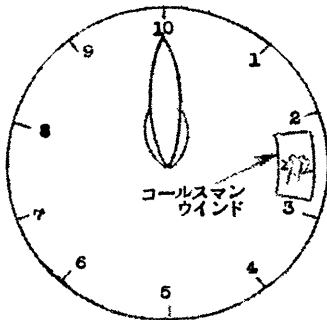
密度が 0.076 LBS/cuft であれば 0 フート、 0.056 LBS/cuft であれば $10,000 \text{ FT}$ であつて海面からの高度ではない。

(*) アルチメーターセッティング (ALTIMETER SETTING)

a 高度計に標高を盛える法 (QNH 法)

b 真空セッティング法 (QFE 法)

• QNE 法



(ク) 高度計の用法

a 真高度

HP『海軍砲術学校』公開資料

b 計器高度

c 気圧高度

d 密度高度

(注) 標準大気

(ウ) 高度と温度、気圧の関係

- a 高い気圧の地域から低い気圧の地域へ飛行するときは計器の指示高度は真高度より高くさす。
- b 高い気温の地域から気温の低い地域へ飛行するときは計器の指示高度は真高度より高くさす。

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

エ 時間

(ア) *ETE*

(イ) *ETA*

(ウ) *ATA*

(エ) *ETD*

(オ) *ATD*

(カ) *T/O*

(キ) *L/D*

(6) 基本的記号

ア 出発地, 目的地, 予定変針点

□ *KANOYA, Pt.A*

イ 推測位置, (推定位置)

○ $\frac{1300}{DR(EP)}$

○ *1300 DR(EP)*

ウ 実測位置

△ *1300, △ 1300 RDA*

△ $\frac{1300}{LOR}$

エ ノーwind位置

○ *1300 NW* ○ $\frac{1300}{NW}$

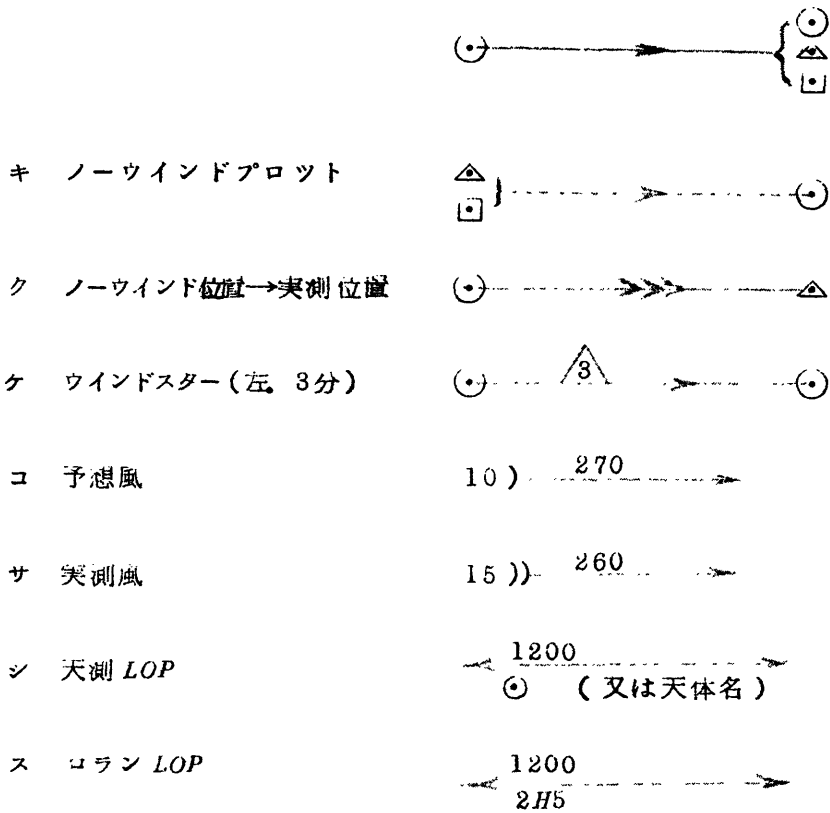
オ 航路



カ 実航跡



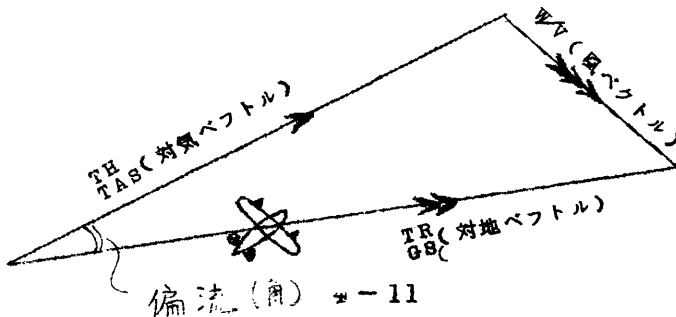
HP 『海軍砲術学校』 公開資料



(7) 風力三角形

ア 風力三角形の構成

空気中の自走力と風向，風速と地球上の移動量は三角形をなしている。これを風力三角形という。この三辺はおのこの方向と量を持っているのでベクトルである。つまり風力三角計は3つのベクトルから成つていて，6つの要素から構成されている。



HP『海軍砲術学校』公開資料

(7) 自走力ベクトル ($TH - TAS$)

(4) 風ベクトル ($WI - WS$)

(7) 合成ベクトル ($TR - GS$)

イ 解法の種類

(7) 作図法 (運動盤)

小型又は中型で専門のナビゲーター (航法士) がとう乗していない航空機に用いられるもので $S2F$ が主としてこれにより航法を実施する (ただし戦術場面において)

(4) ベクトル法 (航法計算盤 $E-6B, E-10A$ 改による)

航法士がとう乗する航空機ではこの方法による。必要諸元を計算盤で求めチャートにプロットする。

(7) ドプラレーダーによるもの

ドプラレーダーによると GS ・ $DRIFT$ が計器で直読できるが風向風力そのものはわからない。これに方位の基準 TAS の基準を入れることにより風向風力がわかる。

ウ 風の種類

(7) 予想風

地上において予想された風

(4) 地点風

2 つ以上の $HEADING$ において偏流を測定することにより風を求めることができる。

a W/S ($WIND STAR$)

三偏流による。60°法 45°法、風は精度が高いが、時間的にロスを生ずる。

b WAC ($WIND AROUND COANAR$)

二偏流による。45°以上の交角が望ましい。

HP『海軍砲術学校』公開資料

偏流測定誤差がそのまま風の誤差となるが、簡便な方法である。

c 機器によるもの

(a) ドプラー

(b) レーダー、タコン等

機器の信頼性による

(ウ) 平均風

一定時間内、又は一定距離以内における平均の風

a *NW* (*NO WIND*)



*NW*は偏流測定を実施できないような場合（夜間雲中等）用いられる。

(エ) 目視風

地上の煙、波頭等を見て、風向、風力を判定する。

精度は観測者の練度に左右される。

一般に2,000フィート以下で用られる。

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

<http://navgunschl.sakura.ne.jp/>

HP『海軍砲術学校』公開資料

S 地図の種類と性質

(1) 用語の説明

ア 大 圏 (GREAT CIRCLE)

球心を通る平面が地球表面と交る圏で、大圏は無数にあり地球表面を完全に2つの部分に区分する。

イ 小 圏 (SMALL CIRCLE)

球心を通らない平面が地球表面と交る圏である。無数にある

ウ 子午線 (MERIDIAN)

両極を通る大圏である。各子午線を含む平面は球心、両極、地軸を含んでいる。赤道平面が地軸に垂直である以上当然子午線も赤道に垂直である。子午線の中で特に英國のグリニッチ天文台を通るものを本初子午線 (PRIME MERIDIAN) といつて経度測定の基準である。

エ 経 度 (LONGITUDE)

ある点の経度は本初子午線とその点を通る子午線が赤道上で作る弧の距離で度数で測り、本初子午線から東へ $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ 、西へ $0^{\circ} \sim 180^{\circ}$ まで測り各々東経、西経と区別する。

略語：LONG 記号： λ

オ 緯 度 (LATITUDE)

緯度は赤道から北へ又は南へ測つた中心からの角度がほさむその地の子午線の弧の角距離である。赤道上を緯度 0° として北又は南へ 90° まで測り北緯又は南緯と区別する。

略語：LAT 記号： L

カ 距 離 (DISTANCE)

(ア) 陸上マイル (STATUTE MILE)

アメリカにおいては陸上用の距離の単位として法令によつて

$$1 \text{ SM} = 1760 \text{ YARDS} = 5280 \text{ FT} = 1609.8 \text{ m}$$

HP『海軍砲術学校』公開資料

(イ) 海上マイル (NAUTICAL MILE)

その地域の緯度1分の長さである。

地球が真の球であるならば1NMは世界中どこでも同じであるが扁球体であるから国や地方によつて若干の差がある。

(ウ) 国際海上マイル (INTERNATIONAL NAUTICAL MILE)

世界中において1NMの長さが若干異なるということは不便なことであるから統一する意味において海上マイルの平均を国際海上マイルとして制定された。これは世界中の長さの単位として統一されている。

$$1 \text{ NM} = 1852 \text{ M} = 6076.10 \text{ FT}$$

日本付近において緯度1分の長さが1852mに相当するのは北緯46°付近である。

キ 方位

(イ) 大圏航路 (GREAT CIRCLE COURSE)

2点間の距離は直線であるが地球表面上の2点間の距離は大圏の弧である。これを航路とした場合大圏航路という。大圏航路を飛行する場合は主として長距離2000海里以上の航程のときに使用され航路的に経済的である。航路は経度線20°巾に区切られたその中間子午線によつて度数を測定している。

(ウ) 航程線航路 (RHUMB LINE)

地球上の2点を結ぶ線が各子午線と同一の角度で交る螺旋状の曲線で2点間を同じ航路できて航法が容易になる。しかし飛行距離が長くなる欠点がある。

HP『海軍砲術学校』公開資料

(2) 地 図

ア 地図の定義

地図とは地表のある部分を縮尺して平面的に表現したもので、この中で特に航法目的に考えられたのがチャートであつて、地図は見るもの、チャートはその上で仕事をするためのものと区別すればよい。しかし一般的には同義語として用いられることが多い。

使用目的によつて次のように分類されている。

(ア) 陸 図

陸上で用いられるもので行動上必要な特色を記したもの。

(イ) 海 図

海上で用いるもので行動上必要な特色を記したもの。

(ウ) 航空図

航空用に必要な特色を表現したもので陸図、海図から抜き出したものである。すなわち位置確認に必要な標高、市街地、ハイウェイ、鉄道、湖、河川、灯台、航法援助無線設備、航空路危険区域等航空に必要なものが記入してある。

イ 地図投影法と特性

地図は楕円体であつて、その表面は一種の球面は一種の球面であるから、これを平面に展誦する場合若干のゆがみを伴う。

(ア) 地図作製上の条件

α 角度を正しくすること (CONFORMAL であるという。)

角度の一致であり相似であることで、地球上で交わる任意の曲線の角度が上図上でもそのまま正しく表わされることである。したがつて子午線と平行線は地図上でも直交しなければならない。

HP『海軍砲術学校』公開資料

b 形状を正しくすること。

c 面積を正しくすること。

d 距離を正しくすること。

※ e 航程線が直線となること。

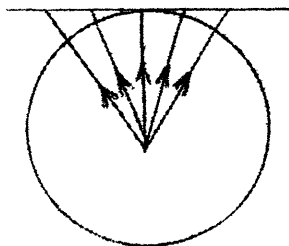
f 大圏が直線となること。

ウ 投影法の分類

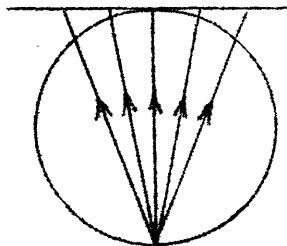
用途、構成、または投影面の型等によつていろいろの投影法に分類される。

(ア) 平面投影法の分類

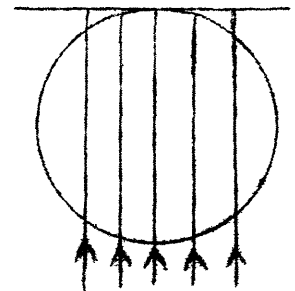
地球の各点を地球に投する平面に投影したものはその接点の位置、光源の位置によつていろいろの幾何学的投影が生まれる。



心射(中心)



平射(透視)



正射

HP『海軍砲術学校』公開資料

a 心射平面投影（大圏図）

地球の大圏の面はすべて地球の中心を通るものである。心射平面投影の場合、投影の光線は地球の中心であるから大圏はすべて直線としてチャート上に表わされる。すなわちすべての直線が大圏となるのは、この心射投影だけである。尺度は接点においてのみ正しい。また任意の1点における尺度の拡大率は全周に対して一定ではないのでコンフォーマルではない。

- (a) 正軸心射平面投影（通心射平面投影）
- (b) 横軸心射平面投影（赤道心射平面投影）
- (c) 斜軸心射平面投影（斜面心射平面投影）

b 平射平面投影（透視投影）

- (a) 正軸平射平面投影（極図）
コンフォーマルであり航法に使用できる。
- (b) 横軸平射平面投影（赤道平射投影）
- (c) 斜軸平射平面投影（斜面平射投影）

c 正射平面投影

- (a) 正軸正射平面投影（極正射投影）
- (b) 横軸正射平面投影（赤道正射投影）
- (c) 斜軸正射平面投影（斜面正射投影）

(イ) 円筒投影

地球に接する円筒に球心から投影して円筒を切り開いたもので赤道を円筒に接するようにしたものが赤道円筒投影、極を接するようにしたものが横円筒投影、赤道子午線以外の外周を接するようにしたものが斜面円筒投影である。

コンフォーマルではない。

心射投影による緯度の拡大率は $\tan \rho$ に比例し

経度の拡大率は $\frac{1}{\cos \rho}$ に比例する

（ ρ ：緯度）

HP『海軍砲術学校』公開資料

a マーカーター図法（赤道マーカーター）

緯度線の拡大率と経度線と同じく $\sec \rho$ として東西南北の拡大率をバランスさせて数学的に子午線、緯度線を決定したもので、子午線と平行線は直線で直交し、拡大率は全周に対し同一、角度も正角でコンフォーマルである。子午線が平行であるので航程線が直線となる。

(a) 特性

- I 子午線は
- II 子午線が直行しているから航程線は
- III 尺度は

- IV 極は
- V 大圏は
- VI 高緯度では

(b) 欠点

- I
- II
- III

b 横マーカーター図法（逆マーカーター）

c 斜マーカーター図法

(ウ) 円錐投影

航空図として具備すべき条件を一応満足させてくれる航空図にランバートがある。これは地表を円錐面に投影したもので次の2つのものがあつる。

HP『海軍砲術学校』公開資料

a 単円錐投影（接線円錐ともいう）

地球の極の上に頂点を有し、ある平行圏にて地球に接する円錐上に球心から地球の格子線を投影し、ある子午線に沿つて円錐を切り平らに拡げたものである。円錐に接した平行圏を基準平行圏といつて、この上では尺度の歪はないがこの圏から南北に行くに従い歪は増大する。

b 割線円錐投影（正割円錐ともいう）

地球を通り抜けて地表と2基準平行圏で交る円錐に地球の格子線を投影したもの。基準平行圏上では歪はなく、その外側において拡大され、内側は縮小されるので地図にのせる $\frac{1}{6}$ と $\frac{5}{6}$ のところを基準平行圏として選べば尺度誤差の分布が均等化されて単円錐投影よりはるかに歪が小さくなる。したがつてほとんどの円錐投影は割線円錐投影法が用いられる。

ラポートコンフォーマルユニツクチャートはこの図法である。

(a) 特長

I 平行圏は同心円の弧であり、子午線は図外で同心円の中心を中心とする放射線で画かれ互に直交している。

II 尺度は

III 尺度の歪は

IV 直線は

V 航程線は

VI 図はコンフォーマルである。

エ チャート使用上の留意事項

- (ア) 投影法
- (イ) 縮尺
- (ウ) 用途

(3) 航空用チャート

ア 資料の種類

ほとんどの航空用チャートに見られる多くの資料の記載は標準記号を使つて行なわれ、その資料は次の2つに大きく分類される。

(ア) 航空関係記号

- a 飛行場
- b 航空灯
- c 無線施設
- d 雑航空関係記号

(イ) 地形関係記号

- a 文化景
- b 起伏
- c 水域

イ 種類と用途

- (ア) J M
- (イ) W A C

HP『海軍砲術学校』公開資料

人工水平を作るために気泡を用いた気泡六分儀

6 天測曆，天測計算表

(ウ) 測角に要する時間

a 太陽（惑星）

3回測角し平均する。

1回の測角の所要時間は2分である。

各測角の間隔は1分である。

例 0200 Zの太陽測により LOPを求めるための測角時間

56	58	59	0200	01	02	04
└──────────┘		└──────────┘		└──────────┘		
57の高度		69°13"				
0200の高度		69°45"				
03の高度		70°20"				
0200の平均高度		69°46"				

b 恒星

3つの星を1回宛測角する。

1回の測角の所要時間は2分である。

各測角の間隔は2分である。

(エ) 特質

a 航行援助施設を必要としないのでどの地域においても使用できる。

b コンパス整合（自差測定）は六分儀にて行なう。

c 天候に左右されやすい。

d 気泡を人工水平とするため飛行機の運動により誤差を生じやすい。天測中は水平等速，直線飛行を行なう。

HP 『海軍砲術学校』公開資料

イ 地文航法

推測航法を主体として地上物標により LOP 又は実測位置を求めて行なう航法で陸上；及び沿岸航法において有視界飛行のときのみ可能である。地図判読 (MAP READING) が主体である。

ウ 電波航法

(ア) 航空用電波機器に要求されること。

- a 軽量，小型
- b その機能が航空交通管制に総合できること。
- c パイロットが連続的に直接読みとれる方法であること。
- d 信頼性が高い。

(イ) ICAOによる国際民間航空用の国際標準

- a 中，短距離用
 - (a) NDB
 - (b) 75MC マーカー
 - (c) VOR
 - (d) DMET
 - (e) ILS
 - (f) PAR (GCA)
 - (g) IFF (2次レーダー)
- b 長距離用 (暫定標準)
 - (a) LORAN
 - (b) CONSOL
 - (c) ホーミングビーコン

HP『海軍砲術学校』公開資料

c その他

(a) *TACAN*

(b) レーダー

Ⅰ 機上レーダー

Ⅱ 地上レーダー

GCA, GCI, RAPCON, IFF, SIF

(c) 電波高度計

(d) *DECCA*

(ウ) 分類

a 有効距離による分類

(a) 長距離航行方式 500 哩以上

(b) 中距離 " 500 ~ 100 哩

(c) 短距離 " 100 哩以内

b 位置線の形状による分類

(a) 放射状航行方式

(b) 双曲線航行方式

(c) 円形航行方式

c 使用する無線周波数による分類

(a) 長波 (*LF*) 航行方式

(b) 中波 (*MF*) 航行方式

(c) 超短波 (*VHF*) 航行方式

(d) マイクロ波 (*MICRO-WAVE*) 航行方式

d 発射電波の型式による分類

(a) 持続電波 (*CW*) 方式

(b) パルス (*PULSE*) 方式

HP『海軍砲術学校』公開資料

• 航空用方式の特別な分類

- (a) 航空路 (*AIR WAY*) 用方式
- (b) 端末地域 (*TERMINAL AREA*) 用方式
- (c) 進入着陸 (*APPROACH*) 用方式

(二) *NDB* と *ADF*

a *NDB* : 無指向性ラジオビーコン

地上局で電波を発射する。

(a) 周波数帯 :

(b) 出力

進入着陸用 :

航空路用

(c) 電波発射方式

(d) 有効距離

(e) 特性

空電の影響を受ける。

方位の指示の精度は *VOR* , *TACAN* 等に比べ低い。

(f) その他

AN 式レンジビーコン

b *ADF*

NDB より発射された電波を機上で受信する機器

(a) 使用目的

HP『海軍砲術学校』公開資料

(b) 周波数 200 ~ 1750KC

ビーコン帯：

放送波帯：

(オ) マーカービーコン

レージビーコンに限らず，他の航行援助無線では，電波の発射特性で局上空では指示が不安定となる。

重要地点等の表示のための方法がマーカービーコンである。

a Zマーカービーコン

b ファンマーカービーコン

d 指示器

特別な指示器はなく，他の計器の隣に付いているランプが点灯することにより識別する。

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

(カ) TACAN , DMET 及び NDB の関係

TACAN : 米海軍で開発

■ WW 中空母用として YG ビーコン

VOR : 米民間航空で採用

(DME)

VORTAC 方式

DMET

(キ) VOR (VHF OMNI-DIRECTIONAL RANGE)

VOR は民間が使用し軍用機にはとう載されていないが, NOB の欠点を除いたものとして米国ではほとんど NDB に代っている。

- a 使用周波数 :
- b 出力 :
- c 有効距離 :
- d 方位精度 :
- e 指示計
 - 全方位指示計
 - コース偏差計
 - センス指示計

(ク) TACAN (TACTICAL AIR NAVIGATION SYSTEM)

TACAN は局からの方位, 距離が連続的にパイロット席で直読でき, 精度の高いすぐれた短距離航行援助方式である。

- a 性能, 要目

(*) *COURSE, HEADING* と *DEVIATION NEEDLE* の関係

) *ILS (INSTRUMENT LANDING SYSTEM)*

飛行場付近の天候が悪く、視界がきかないとき滑走路まで安全に誘導する方式を「着陸援助方式」という。着陸援助方式には現在のところ *ILS* と後述の *GCA* とがある。 *ADF*, *VOR*, *TACAN* 等は「航行援助方式」と呼ばれる。

α 構成

(a) *LOCALIZER*

滑走路に対して正しい水平方向を指示する装置

(b) *GLIDE PATH*

滑走路に対して垂直面内の降下路を指示する装置

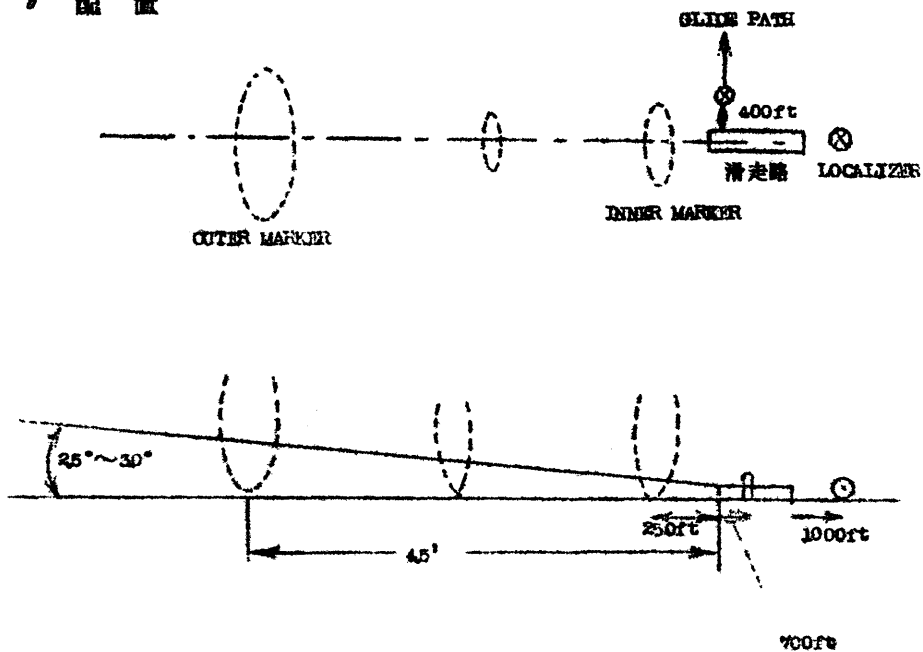
(c) *MARKER*

滑走路の着陸点までの距離の指示を与える。

┆ *OUTER MARKER*

┆ *INNER MARKER*

6 配置



6 CROSSPOINTER の指示

HP 『海軍砲術学校』公開資料

(三) G C A (G R O U N D C O N T R O L A P P R O A C H)

米国で太平洋戦線で使用のため開発された。したがって、普通は移動可能なトレーラーに装備されているが、最近では地上に据置形のものにかわりつつある。

a 構成

(a) A S R (A I R S E A R C H R A D A R)

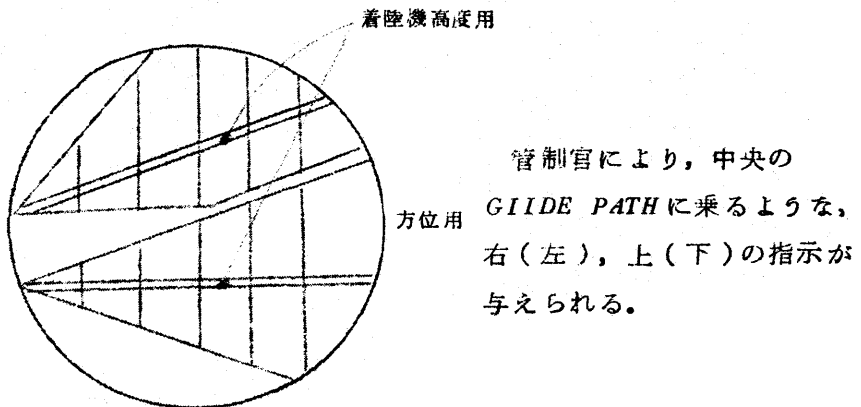
走査，360度，有効距離約30哩

A S Rで探知された航空機は，次に述べるP A Rのビームに入るように誘導される。スコープはP P I方式である。

(b) P A R (P R E C I S I O N A P P R O A C H R A D A R)

走査，方位角20度，高低角7度，有効距離約10哩

スコープは，次のように拡大されて方位高低共同一スコープで監視できる。



b 特徴

(四) 電波高度計

a FM型高度計

一般に低高度で精度がよい。

b パルス型高度計

一般に高高度で精度がよい。

(5) レーダー

a 航空機と搭載レーダー

使用目的により次のように分類できる。

- (a) 搜索及び偵察
- (b) 近接航空機の探知及び攻撃
- (c) 航行援助、気象観測
- (d) 火器の制御
- (e) 敵味方識別
- (f) レーダーリレイ

b 地上レーダー

- (a) *RAPCON*
- (b) *GCA*
- (c) *GCI*

(4) その他の航法

ア 極地航法 (*GRID NAV*)

(ア) 必要性

a

b

(イ) 困難性

a

b

c

HP『海軍砲術学校』公開資料

(ウ) 可能性

(イ) 実施上の留意事項

a コンパス(ジヤイロ)のチェック

b 天測

c 計画をより厳密に

イ 気圧配置航法(等圧面航法)

PRESSURE PATTERN NAV

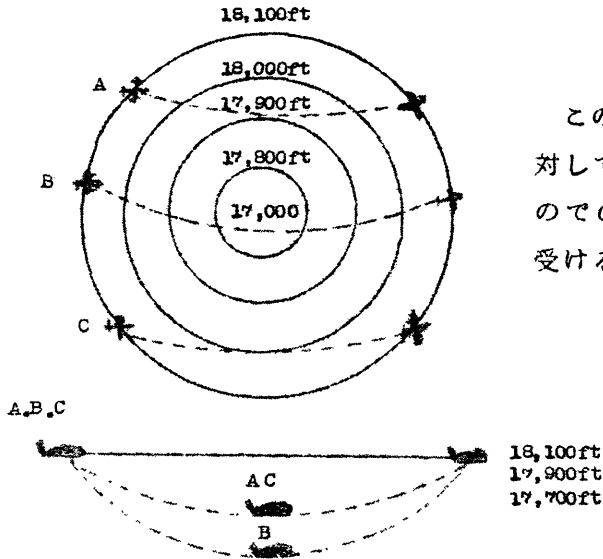
(ア) 特質

航空航法の特質で述べた如く、航空機は全の影響を全量受ける。このことは、例えばある2点間の最短距離が2000 浬でありこのコースでは向風で200ノットの飛行機が11時間かかるより、多少遠回りでも追風を利用し2400 浬を10時間で飛行する方が、時間的にも、燃料経済の上からも好ましい。

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

(イ) 原理

例として北半球における低気圧を気圧高度計指示 18,000 ft に一定に保つて飛行した場合の例。



この場合、低気圧（北）に対して風は反時計方向に吹くのでCにおいては常に追風を受ける。

(ウ) 方法

a D値 (D-VALUE)

$$D = (\text{真高度}) - (\text{気圧高度})$$

真高度 : パルス型電波高度計の指示

気圧高度 : 気圧高度計 (アルティメターセツティングは 29.92 インチ) の指示。

b 偏流量 (ベラミー偏流)

(a) 経過時間に対して計算された平均偏流

A 点の D 値 D_A

B 点の D 値 D_B

$$\angle n = K \frac{D_A - D_B}{A} = K \frac{\Delta D}{A}$$

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

K : 緯度による係数

A : $TAS K^2$

ΔD : f^2

L^* : 遡

- (b) $\Delta D > 0$ 偏流左
 $\Delta D < 0$ 偏流右 } 北半球

c. 使用上の制限

地衡風の式が適用できない低緯度では使用できない。

(5) 種類

a. *SDC* 法 (*SINGLE DRIFT CORRECTION*)

単一偏流補正法

出発地から一定の *HEADING* で飛行する。

操作が簡単であるが *TR* を作図しないと *ETE* が分らない。

追風を全面的に利用するという積極的航法ではない。

現在比較的中距離の飛行に用いられ国際の後洋飛行には用いられていない。

b. *WFM* 法 (*WAVE FRONT METHOD*)

波動前進法

(a) 遡論

平面波の理論に基づき数多くの偏流三角形を作図して、飛行毎時間毎の飛行機の位置を示す時経線を作図し、これから最短時間飛行コース (*MF* コース *MINIMAL FLIGHT PATH*) を求める方法である。

- (b) 現在では、太平洋、大西洋を横断する飛行機はジェット機も含めてほとんどこの方法を用いる。

このコースの決定作業は気象機関から提供される予想天気図の上で行なうもので、予想天気図は精度の高いものが必要である。

HP『海軍砲術学校』公開資料

ウ 自立航法

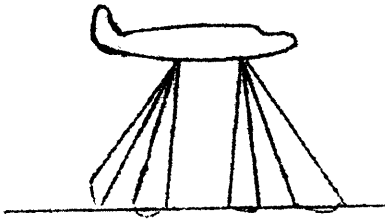
(ア) 意義

今まで述べたように航空航法は天候に左右される。されない手段は地上局を必要とするかのいずれかであつた。ところが軍用として考えると地上局のない地域を航行する必要性および有事の場合、電波封止にあい地上局が利用できない場合でも航行する必要性がある。またこの場合天候に影響を受けない航法手段が必要となる。このため開発されたのが自立航法であり正式には自立航法方式 (*SELFE-CONTAINED NAVIGATION SYSTEM*) と呼ばれる。

現在では、ドップラー航法方式と、慣性航法方式があるが、ドップラーについて説明する。

(イ) ドップラーナビゲーションコンピュータグループ

a 動作原理

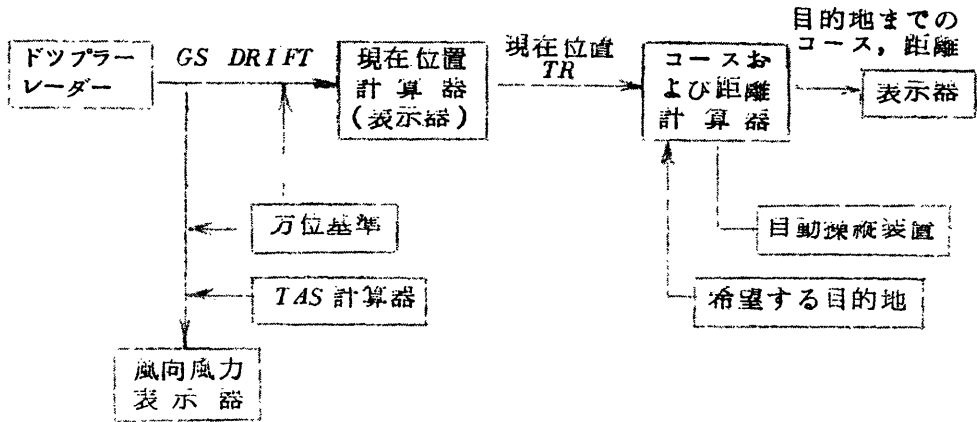


図のように航空機のレーダーから鋭いビーム状の電波を発射し、大地で反射された波を受信すると航空機の速度により受信周波数は変化されたものとなる。

この変化を検知することにより機首方向の速度成分 (*GS*) とこれに直角な速度成分 (偏流) を求めることができる。

HP『海軍砲術学校』公開資料

6 系統図



図のようにドップラーレーダーのみではGS, DRIFTがわかるのみであるが、これと各種計算機構、自動操縦装置を組合せることにより、自動的に目的地まで到達することが可能であり、航法上その価値は大きい。その精度は95%の確率誤差で飛行距離の1%程度である。分り易く説明すると100回飛んで95回までは誤差が1%以内ということであり実用に十分な精度である。

最近では民間機も用いられる傾向にある。

6

6 対潜哨戒機に対する応用

対潜哨戒機は哨戒中は運動は簡単で推測航法のみでも機位を確保できるが、一旦目標を発見して戦術行動を開始するとその運動は複雑となり、推測航法は極めて困難となり誤差は大きくなる。

このため、レーダー、ロラン等で位置を出し誤差を修正するが、連続的な位置を求めることは困難である。

ここで連続的かつ精度の高い機位を得ることができるならば極めて有効である。

たとえば、MAD戦術を実施している場合を考えると、正確なTRACKを得ることができると、MAD探知の関係位置から潜水艦の行動を正確に推察することができる。

HP『海軍砲術学校』公開資料

ASA-16 (総合戦術表示盤)は、このドツプラーナビゲーション用コンピューターを総合的にし、各とう感搜索、追尾機器の入力を記録させ、電子計算器を利用して情報を整理し、戦術判断を容易にしたものである。

エ 戦術航法

航法の概念はどちらかといえば定常的なものであるが、戦術場面にあつては、高度、速力、旋回径の変化によりその位置を連続的に把握することは極めて困難である。

(ア) 旋回に対する風の影響

前述の如く飛行機は風の影響を全量受ける。もし3000 ydsのMADパターンを旋回するため、バンク角を一定としているならば20 ktの風が吹いているとすると1時間では風下側に20 哩流されることとなる。

このため、風上側ではバンク角を浅くし、風下側でバンク角を深くしなければいけない。

理論は省略するが、バンク角を深くすれば深くする程、揚力・速力共に減少し、低空低速における行動は危険を併し、又、風があるとき、対地的に真内のTRACKを画くことは相当の技りようを必要とする。

(イ) スモークまたはグリーンマーカの必要性

上記のため、また戦術行動の参考点 (REFERENCE POINT) とするため、対潜機はレトロエジクター (スモーク発射器) により海面にスモーク又はグリーンマーカを落してそれを参考として行動する。

(ウ) 潮、吹送流の影響

潮流、又は吹送流の発生している海面では、海面へ入れたスモーク、マーカ類が流されるために、スモークを中心として旋回しているつもりでもその旋回は流れにしたがつて対地的に移動することとなる。

HP『海軍砲術学校』公開資料

(二) 戦術航法技術

今まで述べたように戦術場面においては、正確・迅速な航法技術と正確迅速な戦術判断が必要である。

現在 P2V-7 にはドップラーナビゲーションコンピュータをとり載しているが、バンク角を大きく取ると（大体7°位）ドップラーモードが切れ、ドップラーレーダーの入力が入らぬため、誤差が出る。

このため、ロラン、レーダー等を使用し、時々 FIX（実測位置）を出し、これにより航法を実施する。

また、戦術運動は低空 500 フィート～1500 フィートを実施されるため風は目視のを使用する。

(オ) プロッター, DRT

ドップラー・ナビゲーションコンピュータグループには2つの航跡目画器がついているが、操縦席にあるのを通称プロッター、航空士席にあるのを DRT という。

プロッターは、自機中心、又はある特定地点を中心として航跡を画かすことができるが、DRT はある特定地点を中心としてしか航跡を画くことができない。

プロッターも、DRT も実施する戦術によつてスケールを切り換えることができる。

(カ) GPI (ASA-13)

レーダーの像を止め、基点が運動するようを装置風は MANNAI でセットする。

(キ) CW ホーミング, レーダービーコン

ソノブイを使用しているとき使用可能

CW ホーミングはソノブイへ対する1種の ADF である。

レーダービーコンは、一種のトランスポンダーである。

(ク) HOWGZIT

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

<http://navgunschl.sakura.ne.jp/>

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

(ウ) V30

(エ) VL30

HP『海軍砲術学校』公開資料

名 称	略号	投 影 法	縮 尺	範 囲	記 事	目 的
米空軍ジェット 航空用チャート (USAF JET NAVIGATION CHART)	JN	チャート4. 5.6は横マ ーカーター 法その他は ランバート 相似法	1/2,000,000	北半球	このチャートはすべての適 切な水域及び文化景を示す。 市街周辺地域における全輸送 網、遠距離航法に要求される ものとしては、最大限度に詳 細なレーダー目標及び滑走路 図を含む。適切な航空資料の かさね刷り。	長距離、高速力、高高度 飛行機用。レーダー航法、 天測航法、DR及び地文航 法用。
世界航空用 チャート World AERONAUT CHART	WAC	0°~80°は ランバート相 似円錐法 80~90° は極透視法	1/1,000,000	全世界	このチャートはあらゆる型 の水域及び文化景を示す。す べての重要な航法援助施設及 び航空施設を含む。	陸上航法に都合のよい大 きさ及び尺度を持つ。全世 界をカバーする航空チャ ートの標準シリーズ。
海軍航空航法用 チャート NAVY AIR NAVIGATION CHART	V30	マーカーター法	1/2,188,000	関連す る極地 方を入 れば 全世界	このチャートは主要な地形、 水域及び航空上の資料を含む。 道路及び鉄道は示されていな い。陸地はぼかした灰色でめ つてある。	王として大型機に用いる ために計画された基本的遠 距離航空航法プロット用シ リーズ。
海軍ロラン航空 航法用チャート NAVY LORAN AIR NAVIGATI ON CHART	VL30	マーカーター法	1/2,188,000	関連す る極地 方を入 れば 全世界	重要な地形、小域及び航空 関係資料を含む。道路や鉄道 は示されない。陸地はうすい 灰色にぬられる。ロラン曲線 の間隔は20,50,100マイクロ セカンドである。	王として大型機に用いら れるために計画された基本 的遠距離ロラン航空航法プ ロット用シート。

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

(4) 地点表示

ア 緯度経度

イ GEOREF (*WORLD GEOGRAPHIC REFERENCE SYSTEM*)

180度の子午線から東に向けてAからZ (IとOを除く) までの文字で表わされる15度ごとの24の経度区画に分けられる。これらの南北にわたる区画は、さらに12の緯度帯に分けられる。各帯は15度の緯度範囲をもち、南極から北極までAからM (Iを除く) の文字で表わされる。この分割によつて地表面は288の基本15度四辺形に分けられる。

各基本15度四辺形は15個の文字で1度ごとの縦列及び1度ずつの横列に分けられる。縦列は西から東、横列は南から北に向けてそれぞれAからQ (I, Oを除く) までの文字を付す。

HP『海軍砲術学校』公開資料

3 航法の種類

(1) 基本航法

ア 基本推測航法

予想風により必要諸元 (TH, GS, ETA) を地上で計算し、それにより航法を実施するものである。

現在では気象予報も発達しており、予想風も比較的精度が高いのでそう誤差を出すことはない。また、次に述べる他の補助手段として、天文航法及び電波航法の併用によつて現在では国内線の旅客機、自衛隊機でも航空路を飛行する際はこの航法による。

イ 精密推測航法

測風の連続により必要な諸元を求める。このため偏流測定器が必要である。

二次大戦中の海軍機は主としてこの航法を実施していた。しかし、この方法のみにより航法を実施すると、測風の誤差が累積され、また複雑な運動をすると誤差を生ずる。この誤差を吸収するため以前から補助手段としての天文航法が実施されたが、二次大戦以後電波航法が発達しつつある。

現在海上自衛隊の有する航空機で、偏流測定器を装備し常用しているのは $P2V, UF-2, KM-2$ である。

ウ 海上自衛隊における推測航法

現在の海上自衛隊においては、推測航法というのは精密推測航法と補助手段として天文航法のみを利用する航法を意味する。

(2) E6B (E10A改) の使用法

ア E6B 計算盤の概念

航法の際使用される器材であり、風力三角形を解く面 ($WIND FACE$) と各種数値計算をする面 ($SLIDE RULE FACE$) とがある。

HP『海軍砲術学校』公開資料

イ WIND FACE

(ア) 風力三角形は次の三つのベクトルからなるので、この6つの要素の中の4つが分かれば、あとの2つは計算できる。

- a W/V (風向, 風力)
- b $GS, TR(T, CUS)$
- c TAS, TH

(イ) 構 成

- a 方位目盛

- b プラスチックスライド
 - (a) 偏流線, 放射状の線
中心の線は $TH(MH)$
 - (b) 速力線, 同心円の線
風力, GS, TAS を測定する。

c 風力三角形の画き方

- (a)
- (b)
- (c)

(ウ) 例 題

例1 $TAS 200KT$ で $TH 040^\circ$ のとき $340 \nearrow 30KT$ の風を受けたとき, TR, GS を求めよ。

HP『海軍砲術学校』公開資料

例 2 $MH 042^\circ$ で偏流は左へ(-) 2° であつた $MH 095^\circ$ に変針して偏流を測つたところ右へ(+) 7° であつた。風向風力を求めよ。ただし、 $TAS 180KT$ 、 DEV はないものとする。

ウ SLIDE RULE FACE

(ア) 一種の計算尺であり、外測の固定尺と距離尺、内側の回転尺を時間尺という。

できる計算は掛け算、割算であり、時間、距離、燃料等の計算がある。

(3) 基本航法の補助手段

位置の線 (LOP) 又は実測位置 (FIX) を得る手段

ア 天文航法

(ア) 原理

船舶のものと同じであるが、航空航法の特徴から計算が簡略化されている。

(イ) 必要機器

a 六分儀

ペリスコープ式 (気泡) 六分儀

HP 『海軍砲術学校』 公開資料

- (a) 周波数
地上局 960 ~ 1215 MC/S 機上 1025 ~ 1150 MC/S
- (b) 出力
地上装置 6 KW (尖頭値)
機上装置 1 KW (")
- (c) CHANNEL
- (d) 精度
方位 1度以内
距離 測定距離の2%以内
- (e) 有効距離
ALT 3000m :
13,000m :

6 作動の原理

- (a) 方位
地上局は、毎秒15回転する指向性電界を出し、方位の基準として心臟形指向性電界の最大方向が真北になつたとき、基準パルスを発射する。航空機上では、その位相を計測して指示器に表示する。

(b) 距離

- I 一種の二次レーダーである。
- II 機上の送受信機
INTERROGATOR (質問器)
- III 地上の送受信機
TRANSPONDER (応答器)

IV 作動

機上の質問器からパルスが送信されると地上のトランスポンダーが自動的に作動して異つた周波数 (63 MC/S) のパルスを再送信する。この受信に要した時間を計測することに

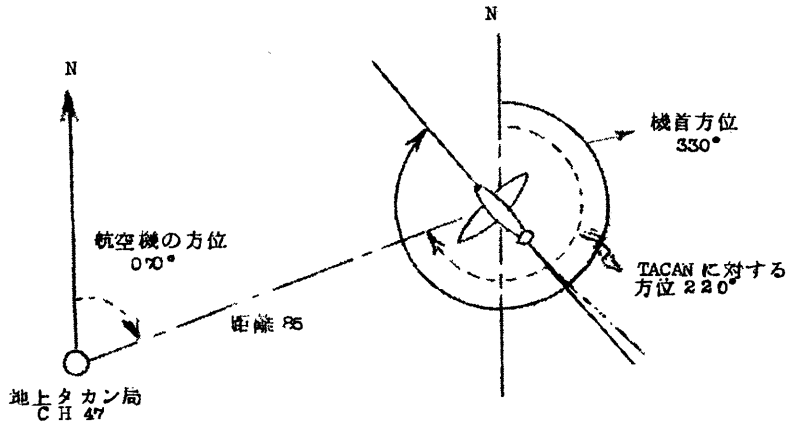
HP『海軍砲術学校』公開資料

より距離が瞬間的に計算される。

パルスを発射するため航空機へ同時に距離を指示するサービスには限度があり、約100機程度である。

c 指示器

(a) 一般に下図のようになる。



(b) COURSE INDICATOR