

HP 『海軍砲術学校』公開資料

整理番号 1術校S-砲31

発行年月日 56 . 7 . 1

# 射撃指揮装置I型

(概要)

第1術科学学校砲術科

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

**用途、特徴 要目**

1 用途

GFCSI型は、5/54 RF砲又は3/50 RF砲を管制する 対空、対水上及び対陸上射撃用の指揮装置である。

方位盤(レーダー)により目標機の位置を連続測定し、目標速度、未来位置を計算し、弾道修正(風、気温、空気密度、初速差)を加え、更に動搖修正、占位差修正を加味した発砲諸元を計出し砲台へ送る。

搜索レーダー、他のGFCSあるいはSFCSから目標指示信号を受け、自動的に方位盤を指向し目標捕そくを行う。またGFCS、あるいはSFCSに対して目標の位置信号を発信することができる。

このGFCSは、42年度DDK(なつぐん)に1号機が装備され、以後 新造護衛艦に逐次とう載をよんでいる。

主な構成機路としては次表及び次頁の図のとおりである。

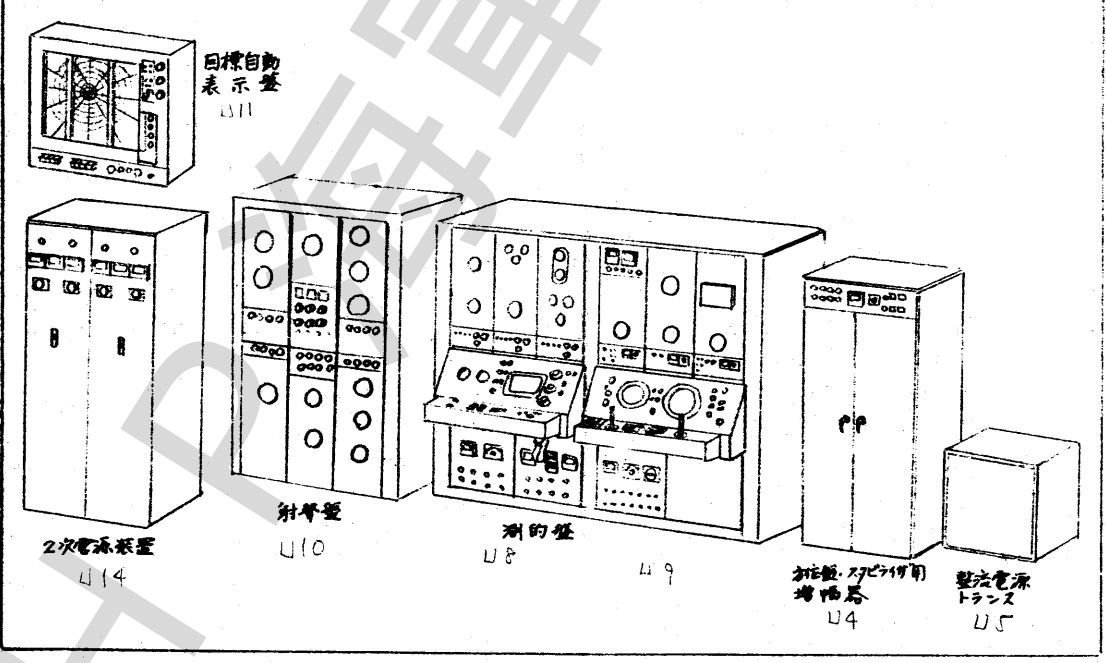
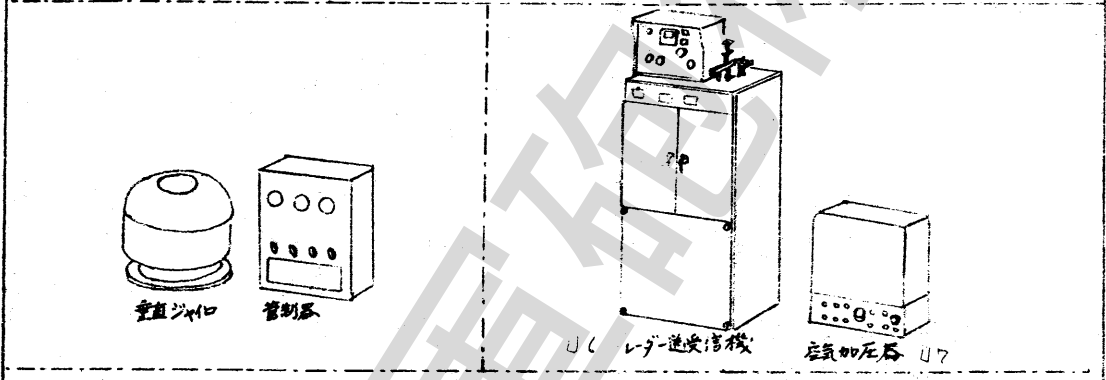
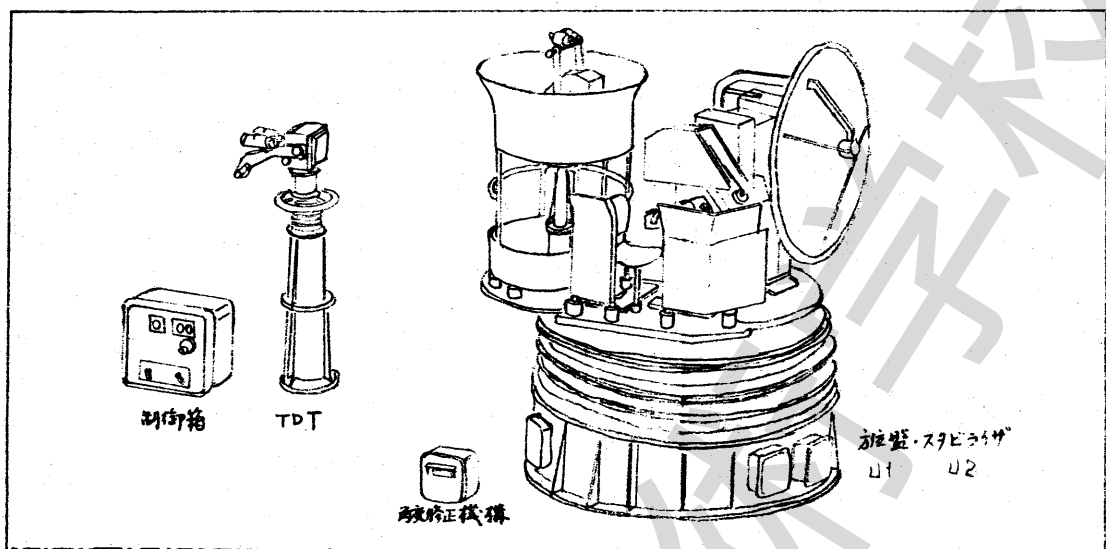
	I型A (5/54×2) DDA	I型B (3/50×2)		装 備 位 置
		DDK	D E	
方 位 盤	2	1	1	方位盤
ス トラ イ ザ	2	1	1	、
ド ー ナ ー	4	2	0	艦橋上部
レーダー 送受信機	2	1	1	レダ送受信機室
測 的 盤	2	1	1	管制室
射 撃 盤	2	1	1	、
目標自動表示盤	1	1	1	、
方位盤・スラザ用増幅器	2	1	1	、
垂 直 ジャ イ ロ	0 (1)	0 (1)	0	IC室
I T V 装 置	2	1	0	(方位盤・測的盤)
2 次 電 源 装 置	1	1	1	管制室

I型AとI型Bの主相違点は次のとおり

I型A: 5/54 RF用, I型B: 3/50 RF用

I型Aには、信管秒時計出機構と照明弾諸元測定機構がある。

垂直ジャイロは、4号機以降 MK19 艦海用ジャイロに代っている。



## 2 特徴

(1) 目標搜索から発砲までの段階を自動化し、集中制御を行う。

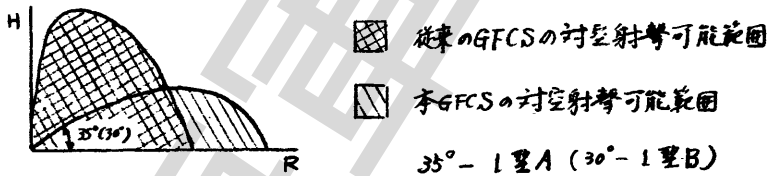
(2) 方位盤を艦の動揺に対し常にスタビライズしている。

目標の搜索及び追尾に有利。

(3) 射撃計算座標系として北基準水平座標系を採用している。

艦の動揺・方向に関係なく方位盤を原点とした地球固定座標系が得られるので  
速度計算、弾道計算等、便利。

(4) 射撃理論の完全解法により、対空<sup>地</sup>・対水上及び~~対陸上~~射撃が可能であり、特に対空射撃では一部降弧の射撃ができる。



(5) 弾道に関する諸データの記憶装置に計算コンデンサを使用している。

どのGFCSでも射撃盤には、射表に基<sup>き</sup>く弾道記憶装置を内蔵し、目標未來位置の決定により弾道に関するデータを読みとらせているが、本装置で計算コンデンサによってこれをこなしている。これは基準弾道の計算コンデンサと弾道修正計算コンデンサと組み合わせたもので、目標未來位置に対する基準弾道を決定し、その基準弾道に対する気温、空気密度、風及び初速差の修正を計出して当日の諸条件を満足する弾道を算出している。

(6) レーダーの信号処理にデジタル方式を採用

フリップフロップを基本とするカウンタ回路、レジスタ回路等の半導体技術が活用され、デジタル計算機のアーキテクチャが採用されて精度を高めている。

(7) 半導体回路の採用

レーダー送信機を除くすべての電子回路はトランジスタ化され、システムの信頼性、持久性を高め、ユニットのコンパクト化も助けている。また主要回路は、カード方式又はプロセッサ方式になっており、応急処置が容易になっている。

(8) 目標追尾及び速度計算方式に4種類のモードを採用

モード	追尾方式	速度計算方式	備考
1	ポジションコントロール方式 位置信号(レーザ誤差又は光学誤差)および補償信号とで追尾系を形成する方式	微分方式 モード1, 2, 3の速度計算系は同一方式である。 追尾軸である R, E, By 各軸の微分信号(リジエ出力信号)を各軸の位置信号により座標変換することによって得られる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>70,000ヤードまで可</li> <li>最も基本的なものであり、全範囲にわたる追尾が可能</li> </ul>
2	自動レートコントロール方式 位置信号(レーザ誤差又は光学誤差)およびリジエ信号により追尾系を形成する方式。 レート信号(リジエ信号)が光学誤差またはレーザ誤差によって自動的に修正され正しいレート信号になって正しく軸を駆動し、方位盤も正しく駆動するというループを形成している	モード1, 2と同じであるが見越計算用速度だけ手動で調定される	<ul style="list-style-type: none"> <li>36,000ヤード以内</li> </ul>
3	速度メモリー駆動方式 追尾系としてのループは形成しないこのモードに移るまでの計算速度を利用し、その速度によって入力軸を駆動する ジョイスティック、OMCにリリ修正可能	許さず このモードになった瞬間、速度軸のモータ電源が断となり、速度は切替前の状態で保存される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>36,000ヤード以内</li> <li>モード1, 2の追尾が不安定な場合選択する</li> </ul>
4	速度メモリー駆動方式 追尾系としてのループは形成しないこのモードに移るまでの計算速度を利用し、その速度によって入力軸を駆動する ジョイスティック、OMCにリリ修正可能	許さず このモードになった瞬間、速度軸のモータ電源が断となり、速度は切替前の状態で保存される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>36,000ヤード以内</li> <li>シャッキングを受けた場合や何らかの原因でレーザ電液による追尾が不可能となった場合に選択する</li> </ul>

### 3 性能要目

#### (1) 射撃指揮装置 主要要目比較表

		G F C S I 型	M K 63 G F C S
管制総種		I-A 5/54 RF I-B 3/50 RF	MOD 11, 14, 21 3/50 RF MOD 10, 18 40%
通用射撃		対空・対水上・対陸上	対空 (対水上)
見越計出方式		線速度式 (完全解)	角速度式 (近似計算)
照準方式 (追尾)		直視式 (光学・レーザ自動)	斜視式 (光学・レーザ)
動揺修正		ロール ±25° ピッチ ±5° (完全スタビライズ)	7020-111修正 (照準追尾時)
方位盤旋回範囲・最大速度		無制限 45°/sec	±370° 人力
方位盤俯仰範囲・最大速度		-5° ~ +85° 45°/sec	-20° ~ +90° 人力
レーザ最大追尾(測距)範囲			(36,000ヤード)
レーザ追尾可能最大の速			±850ノット
レーザ自動追尾角度精度			(TEC-701によるレーザ照準精度) ±3mrad
動的測距精度(距離)		(クリスタル発振器)	(LC発振器 ±15ヤード ±0.1% 測距誤)
計 算 機	機 構	アナログ計算機 (計測・演算・計算カポ)	アナログ計算機 (旋回・俯仰シフト)
	計算可能 最大現在距離	36,000ヤード	3/50 7,000ヤード 40% 6,000ヤード
	最大目標相対速度	1,200ノット	+350 ~ -800ノット
	当日修正	風力、初速差、気温、空気密度	風力、初速差
	最大射距離 対水上・対空	I-A 22,000ヤード (15,000ヤード) I-B 12,000ヤード (9,000ヤード)	3/50 7,000ヤード 40% 6,000ヤード
信管秒時計出範囲		I-A 50秒 I-B なし	なし
その他		ITV装置	

(2) 射撃用レーダー 主要要目比較表

	G F C S I型 L-ダ-	AN/SPG 34 L-ダ- (M K 63 G F C S)
使用周波数		8740~9170 MHz
発 頭 出 力		50 kW
パルス繰返し周波数		1800 PPS
パルス 幅		0.3 $\mu$ S
ビ-ム幅(アンテナ直径)	(1.2m $\phi$ )	2.6° (1m $\phi$ )
指 示 方 式	A/R, PPI-RHI-B-F(切換)	A-R(切換) TE
最 大 指 示 距 離		60,000ヤ-ド
追 尾 (ゲ-ト) 範 圍		(300~36,000ヤ-ド)
アンテナ-パターン	<p>全周ハ-カル走査(搜索)</p> <p>旋回: 全周 45/secの速度</p> <p>俯仰: レ-ダ-ジョイスティックで調整した任意の高角の上方15°又は5°の範囲を2/secの速度で上昇(上昇終了で初期高角にもどる。)を繰り返す。</p> <p>局部セクタ(搜索)</p> <p>① スパ-ラル走査 最大有効幅 <math>\pm 7^\circ</math></p> <p>② 掃 冊走査 左右 <math>\pm 1.5^\circ</math> 上下 <math>\pm 4^\circ</math></p> <p>コ-カル走査(追尾) 80 Hz</p> <p>(注) 全周ハ-カル-局部セクタは方位盤の旋回-俯仰運動。コ-カル走査はアンテナステ-ションの運動で常時。</p>	<p>スパ-ラルスキャン(搜索)</p> <p>最大有効ビ-ム幅 <math>\pm 6.5^\circ</math></p> <p>コ-カルスキャン(追尾)</p>
E C C M		15 L.

(3) 方位盤

- ア レーダーアンテナ 最大利得 38db  
給電系 SWR 1.5以下  
コイカル検査回転数 約 Ncs 回転/秒
- イ 作 動 角度範囲 (旋回) 無制限  
(俯仰) (第1制限)  $-5^{\circ} \sim +85^{\circ}$   
(第2制限)  $-8^{\circ} \sim +88^{\circ}$   
(機械的制限)  $-10^{\circ} \sim +90^{\circ}$
- 最大角速度 (旋回・俯仰位) 45°/sec  
最小角速度 ( " ) 3°/sec  
最大角加速度 ( " ) 90°/sec<sup>2</sup>
- ウ 照準望遠鏡 倍率・実視野 12倍・4.5°  
レタイクル 十字線 (目盛は1ミリ刻みで±30ミリまで)  
フィルタ 黄、橙、可変濃度、黒色
- エ 整合用望遠鏡 倍率・実視野 3.3倍・7.3°
- オ スリットガイット 操作角度範囲 (旋回) 方位盤中心に対して ±180°  
(俯仰)  $-5^{\circ} \sim +85^{\circ}$   
照準望遠鏡 7倍双眼鏡

(4) スタビライザ

ア 作 動	動 揺 角			動 揺 周 期
	第1制限	第2制限	機械的制限	
ロール	±25°	±28°	±30°	6 ~ 10 秒
ピッチ	±3°	±8°	±10°	3 ~ 5 秒

- イ 位置追従誤差 ロール・ピッチ共 ±3'
- ウ 角度修正範囲 (角度修正機構にて) " ±1°

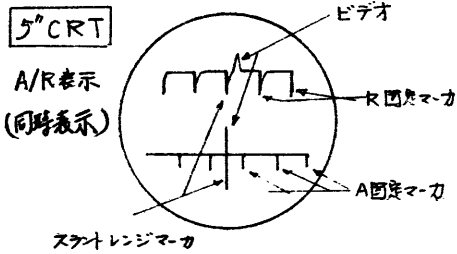
(5) レーダー送受信機

- ア 送受信部 IF帯域幅 (帯パス) 4MHz  
(短パス) 10MHz  
NF 9db以下
- イ エコボックス 同期周波数範囲 F ±40MHz
- ウ 空気加圧器 加圧力 0.45 ~ 0.95 kg/cm<sup>2</sup>



(6) 測的盤

ア レーザ指示部



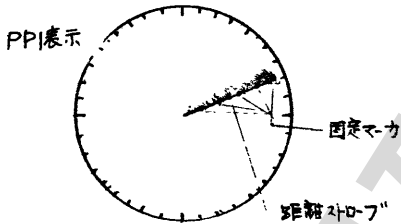
Aスコープ°

距離範囲 100,000ヤド, 50,000ヤド, 20,000ヤド  
↓ ↓ ↓  
固定マーカー 20,000ヤド毎, 10,000ヤド毎, 5,000ヤド毎

Rスコープ°

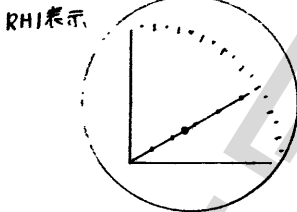
距離範囲 2,000ヤド (Rセット中心±1000ヤド)  
固定マーカー 500ヤド毎

7° CRT (切換表示)



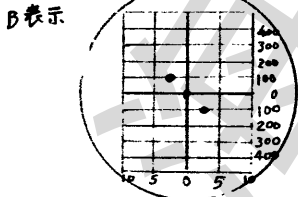
PPIスコープ°

距離範囲・固定マーカー… Aスコープと同じ



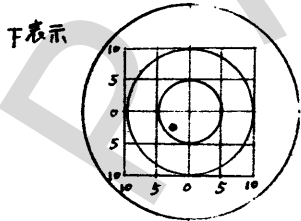
RHIスコープ°

距離範囲・固定マーカー… Aスコープと同じ  
俯仰表示範囲 -5° ~ +85°



Bスコープ°

距離範囲 ±500ヤド  
旋回範囲 ±10ミリイ  
所要観測時間 1.5秒



Fスコープ°

距離範囲 -165 ~ 0ヤドの間  
旋回範囲 ±10ミリイ  
俯仰範囲 ±10ミリイ

誤差表示 (SPG-34c/EK相当)

誤差表示 (追従誤差±表示)

旋回範囲 ±10ミリイ  
俯仰範囲 ±10ミリイ

イ 距離追尾部  
 距離ゲート可動範囲 0 ~ 70,000ヤド  
 距離ゲート精度 ±20ヤド  
 追尾可能最大速度 VMTノット  
 スループット速度 8,000ヤド/秒 (約170030km/h)

ウ 入力計算部  
 距離 3 ~ 36,000ヤド  
 仰角 0 ~ 90°  
 方位 0 ~ 360°  
 針 0 ~ 360°

エ 速度計算部  

付	速	0 ~ 40ノット
最大目標相対速度	約	1200ノット

オ 射撃管制部  
 上下修正 ±25ミリ  
 左右修正 ±100ミリ, ±25ミリ(切換之)  
 距離修正 ±1000ヤド  
 風速 0 ~ 60ノット  
 風向 0 ~ 360° (北基準)

(7) 射撃盤

ア 最大目標相対速度 1200ノット  
 イ 使用弾種 I-A 5/54 RF Projectile MK41 基準初速 2550 F/S  
 I-B 3/50 RF " MK33 " 2650 F/S

ウ 計算可能最大現在距離 36,000ヤド

エ 最大計算射距離 I-A 対水上 22,000ヤド  
 対空 (Eg > 35°) 15,000ヤド  
 (Eg < 35°) 22,000ヤド  
 I-B 対水上 12,000ヤド  
 対空 (Eg > 30°) 9,000ヤド  
 (Eg < 30°) 12,000ヤド

オ 計算精度 対空 (I-A) 900ノット, 13,000ヤド  
 (I-B) 900ノット, 9,000ヤド  
 旋回・俯仰見越誤差 ±5ミリ以内  
 速度誤差 ±6ノット以内  
 対水上 (I-A) 90ノット, 20,000ヤド  
 (I-B) 90ノット, 12,000ヤド  
 旋回見越誤差 ±3ミリ以内  
 俯仰 " ±5ミリ以内  
 速度誤差 ±6ノット以内

カ 弾道修正 初速差修正 (I-A) +200 ~ -300 F/S  
 (I-B) +150 ~ -300 F/S  
 空気密度 ±30%  
 気温修正 (I-B) +50 ~ -100°F

- キ 陸上射撃修正 東西・南北方向  
上下方向 各  $\pm 5,000$  秒  
 $\pm 100$  秒
- ク 呈弾射撃修正 (I-A) 上下・左右修正  
信管秒時修正 各  $\pm 9^\circ$   
 $\pm 5$  sec

(8) 目標自動表示器

- ア 表示距離範囲 東西・南北・水平 各  $0 \sim 36,000$  秒
- イ 表示高度範囲  $0 \sim 45,000$  秒
- ウ 表示自針  $0 \sim 360^\circ$
- エ 記録ペン 2組 (入力の相互自動切換可能)
- オ 記録用紙  $500\text{mm} \times 500\text{mm}$
- カ 記録精度  $\pm 2\%$  以内
- キ マーカ 時間マーカ 5.20秒 切換  
発砲マーカ 発砲時

(9) 垂直ジャロ

- ア ジャロモーター励磁電源  $400\text{Hz}$   $115\text{V}$  3相
- イ ジンバル自由度 D-ルジンバル  $\pm 40^\circ$   
ピッチジンバル  $\pm 10^\circ$
- ウ 起動時間 10分  
静走時間 30分
- エ 検出精度  $\pm 5'$  以内

(10) 2次電源装置

ア	60Hz電源	入力 (艦内電源)	$60\text{Hz} \pm 5\%$ , $440\text{V} \pm 10\%$	3相3線	
		出力 (I-A)	$60\text{Hz} \pm 5\%$ , $240\text{V} \pm 10\%$	"	15kVA
		(I-B)	" $115\text{V} \pm 2\%$	"	25kVA
		(I-B)	" $440\text{V} \pm 10\%$	"	7.5kVA
		(I-B)	" $115\text{V} \pm 2\%$	"	15kVA
イ	400Hz電源	入力 (艦内電源)	$400\text{Hz} \pm 1\%$ , $115\text{V} \pm 2\%$	3相3線	
		出力 (I-A)	" "	"	15kVA
		(I-B)	" "	単相2線	5kVA
		(I-B)	" "	3相3線	7.5kVA
		(I-B)	" "	単相2線	3kVA

## 12 ITV装置

ア 垂直走査	60Hz ± 0.1% (波形) 鋸歯状波
イ 水平走査	15,750Hz ± 0.1% (波形) 鋸歯状波
ウ 走査線数	525 (飛越走査 2:1 インテラス方式)
エ カメラ部	撮像管 11.4インチビシコン 視野 (垂直×水平) 2°24' × 3°12' 映像周波数帯域幅 4MHz
オ 受像板部	ブラウン管 9インチ 有効径光面 135mm × 180mm

## 13 TDT

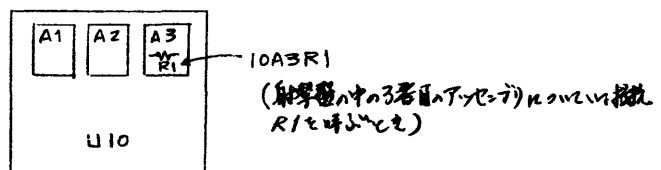
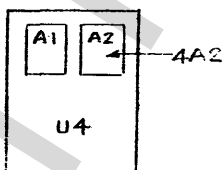
ア 眼鏡部	操作角度範囲 旋回 320° 俯仰 -20° ~ +90° 双眼鏡 7倍双眼鏡
イ 制御箱	距離測定範囲 0 ~ 36,000ヤード (最小目盛 1000ヤード) 動揺修正範囲 0-10 ± 25% ビンタ ± 5° 距離測定精度 4% 以下

# 構成機器

## 1 一覧表

ユニット番号	機 器 名	高さ (mm)	幅 (mm)	奥行 (mm)	重量 (kg)
1	方 位 盤	2100	2840 φ		350
2	ス タ ビ ラ イ ザ	950	2100 φ		915
3	角 度 修 正 機 構	276	320	270	15
4	方位盤-スタビライザ用増幅器	1756	716	745	26.3
5	整流電源トランス	580	535	560	18.6
6	レーダー送受信機	1825	710	752	263
	エコーボックス				
7	空 気 加 圧 器	660	635	325	74.5
8	測 的 盤 管 制 部	1794	2148	1468	1331
9	測 的 盤 指 示 部				
10	射 撃 盤 (I-B)	1793	1079	1198	700
11	目 標 目 動 表 示 盤	826	940	321	104
12	垂 直 操 縦 本 体	505	607 φ		62
13	垂 直 操 縦 管 制 器 箱	820	590	345	80
14	2 次 電 源 装 置 (I-B)	1736	1257	960	750
1A1	I T V カメラ	240	220	230	5
1A2	I T V 制 御 器	方位盤に含む	220	230	15
		300	400	240	
8AAA1	I T V 受 像 器	測 的 盤 に 含む 360 720 420			16.8
15	T D T 眼 鏡 部	1780	630 φ		87
16	T D T 制 御 箱	560	582	334	49

「ユニット番号」とは、構成機器の個々の分類番号であり、各機器に銘板で表示されている。これらの番号は機器の名称の代りにも用いられ、例えば方位盤は「ユニット1」又は「U1」、レーダー送受信機は「ユニット6」又は「U6」と呼ばれることがある。また、機器内のアッセンブリやサブアッセンブリ及びこれらの中の部品を呼ぶ際にも使用する。例えば、方位盤スタビライザ用増幅器の中にある2番目のアッセンブリを呼ぶときには、ユニット4の中の2番目のアッセンブリという意味で「4A2」と呼ぶ。



## 2 構成機器の機能概要

### (1) 方位盤・スタビライザ及び角度修正機構 (U1, U2, U3)

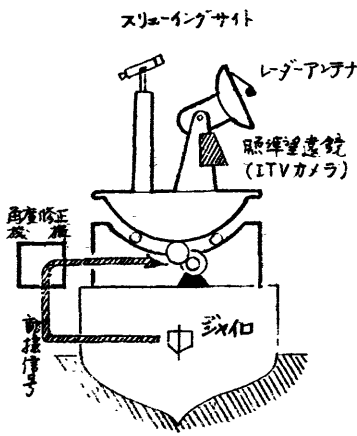


図 2-1

#### 方位盤

##### ア 目標探索時の作動

光学的な探索… SLS又は照準望遠鏡(OMC)  
レーザによる探索… レーザアンテナ

- (ア) SLSは射撃指揮官が操作し、主として緊急目標の探索(指示)に使用する。
- (イ) 照準望遠鏡は射手がファンコントロール(OMC)を操作して光学照準を行なうとき使用する。
- (ウ) レーザ照準のとき方位盤は、測的盤指示部でリモートコントロールされ、CIC等の指示信号や、測的盤のレーザディスプレイの信号により、目標探索を行なう。また全周ヘリカル走査、スパンネル走査及び指筒走査が行なわれる。

##### イ 目標追尾時の作動

- (ア) 光学照準又はレーザ照準によって目標を追尾し、目標現在位置信号を測的盤へ送る。
- (イ) ITVカメラは照準望遠鏡に組みこまれ、測的盤の受像機へテレビ信号(映像)を送る。

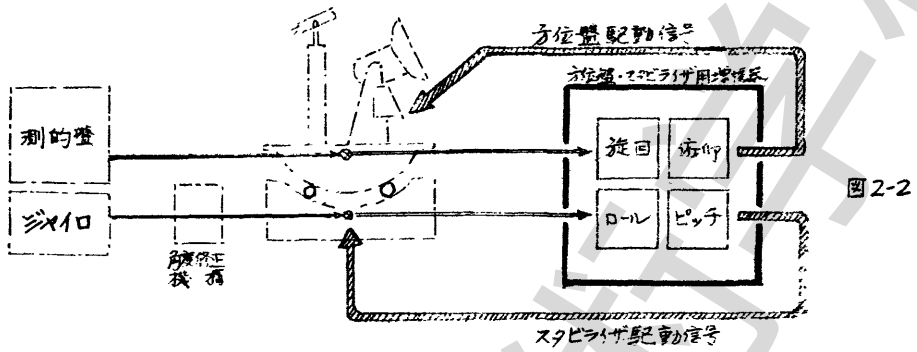
#### スタビライザ

2重ゆりかご型の水平安定装置であり、艦動感再検出装置が検出した艦の動揺信号(ロール、ピッチ)により作動し、方位盤平面を常に水平に保つ。

#### 角度修正機構

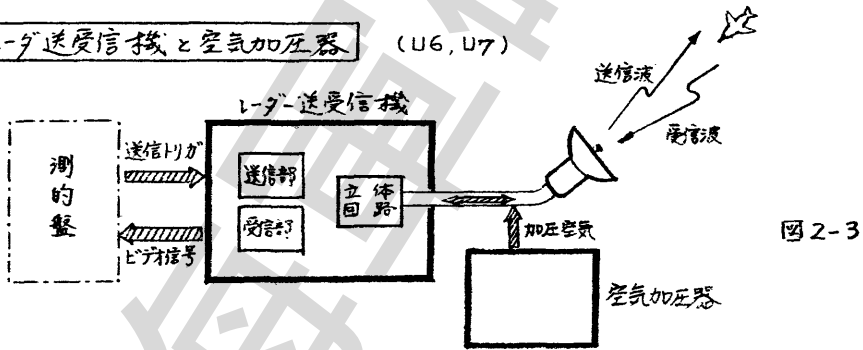
- ア. スタビライザの水平度を修正する。
- イ. 方位盤乗降時に操作する安全スイッチ等と有する。

(2) 方位盤・スタビライザ用増幅器と整流電源トランス (U4, U5)



方位盤・スタビライザ用増幅器は、整流電源トランスと組み合わされ、方位盤を旋回させるための信号とスタビライザを水平に保つための信号を受け、それぞれ必要電圧に増幅する。

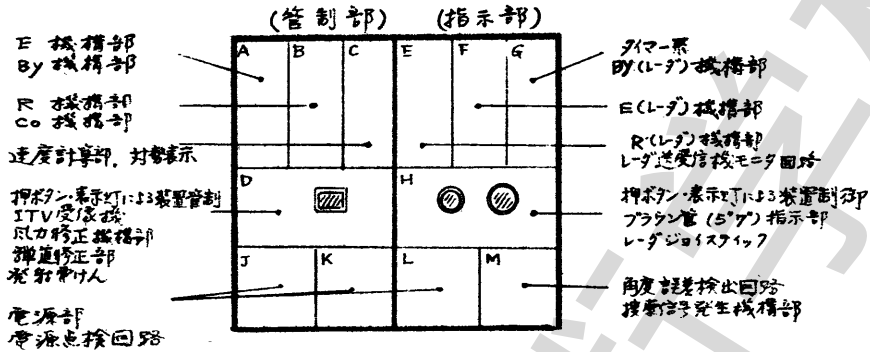
(3) レーダ送受信機と空気加圧器 (U6, U7)



**レーダ送受信機** 測的盤から送信トカを受け、これに同期してマグネロンを起動し、マイクロ波パルス電力を発生し、立体回路系を經由して方位盤に送、アンテナから空間に放射する。反射波は受信部において増幅が、ピッチ信号に変換したのち、測的盤へ送る。

**空気加圧器** 真空管内の乾燥加圧空気を充填し、導波管内での電力の損失を防いでいる。

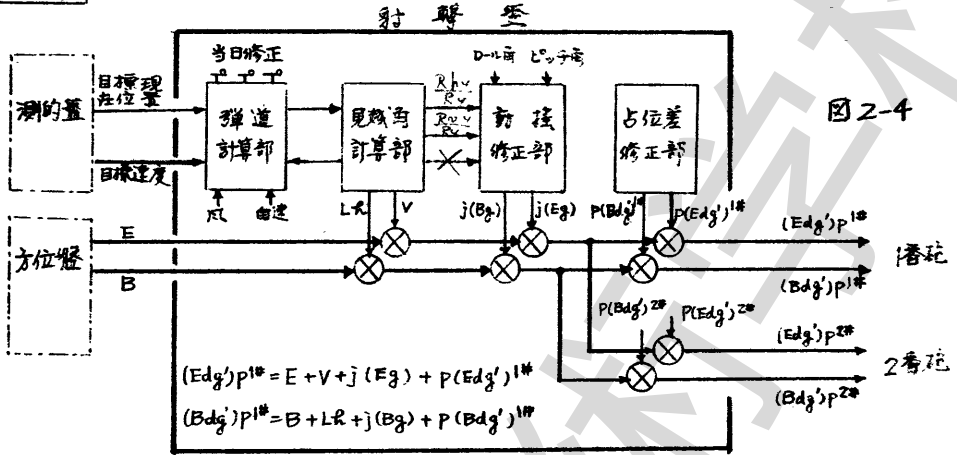
(4) **測的盤** (U8, U9)



- ア 操作パネル (DFロア及びHDロア) により、システムの起動、停止、各種のオペレーションの選択、発砲管制、弾着観測 及び 射弾修正等 装置の制御を集中的に行う。
- イ 目標搜索時は、5インチブラウン管 (A/R スコア) 及び7インチブラウン管 (PPI/RHI スコア) により 目標ビデオの搜索を行う。
- ウ 目標追尾を行っているときは、ビデオ信号を処理して、距離追尾系と角度追尾系を構成する。距離追尾系は 距離サーボ (R (レーザ) 機構部又は R 機構部) を駆動し、距離ゲートが常にエコーを捉えているように作動する。角度追尾系は 角度サーボ (By 機構部、E 機構部) を駆動し、このサーボが更に方位盤の旋回、俯仰を駆動することによって方位盤が常に目標の方向に向くようにする。
- エ 光学照準で作動しているときは、距離追尾系は レーザ誤差で、角度追尾系は射手のフマンコントロール (OMC) 信号によって駆動される。
- オ 5" 及び 7" ブラウン管は 目標追尾中各種の表示を行う。
- カ 測的盤管制部において 目標相対速度を計出し、目標現在位置信号とともに射撃盤へ送る。
- キ 射撃の対勢、目標運動 (針路、速力、昇降角) を表示する。
- ク ITV 受像機により、目標の状況、弾着の状況を目視することができ、



(5) **射撃器** (U10)



7. 弾道計算部と見越角計算部

弾道計算部と見越角計算部はそれぞれ単独では作動せず、ひとつのループの形をとる。弾道計算を行なうためには、管制する砲の射表を考慮して製作した弾道函数を計算コンデンサによって実現し、これをサーボ機構で駆動する。弾道計算の結果求めた弾道見越量は、見越角計算部において垂直面と水平面の見越角に変換される。この見越角は、弾道計算部にフィードバックされ、弾道見越量を正しい値に修正する。このようなフィードバック動作の結果、正しい見越角 (V, Lr) が計出される。

イ 動接修正計算部

ロール及びピッチ信号を受けて、Lrの動接の修正量 ( $j(Bg)$ ,  $j(Eg)$ ) を計出する。

ウ 占位差修正計算部

方位盤と砲の水平及び垂直方向の占位差修正を、各砲台ごとに計出する。

エ 発砲諸元計出

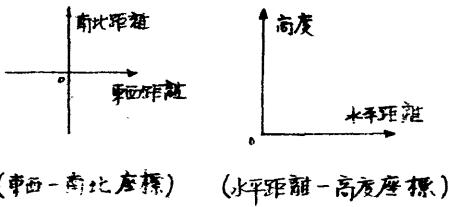
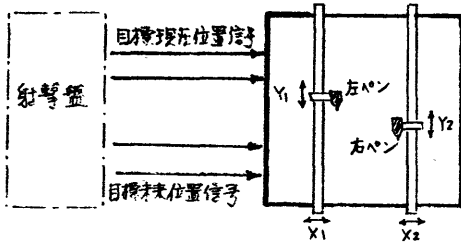
$$(Edg')P^{1\#} = E + V + j(Eg) + P(Edg')^{1\#}$$

$$(Bdg')P^{1\#} = B + Lr + j(Bg) + P(Bdg')^{1\#}$$

オ 信管秒時計出部 (I型-A)

弾道計算系で求めた飛行射時と砲固有の信管調定消費時とを計出する。

(6) 目標自動表示盤 (U11)



(東西-南北座標) (水平距離-高度座標)

図 2-5

原理. 2現象のXY座標である.

機能 追尾中の目標の現在位置と未来位置を射撃盤からうけ、ふたつの位置の関係を「東西-南北」座標又は「水平距離-高度」座標でペン書き表示する.

X軸: 東西距離又は水平距離

Y軸: 南北距離又は高度

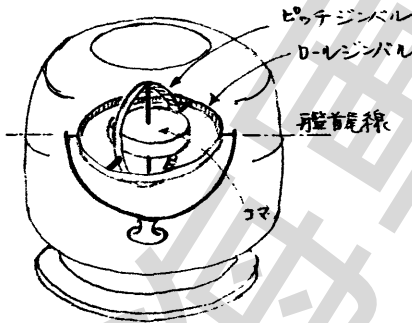
もし2つのペンがまたがるような信号がはいたときは、各々のサーボの入力信号が自動的に変わり、それぞれ逆のペンが以後の表示を続ける。

時間マカ(5, 10秒), 発砲マカも表示できる。

36000ヤード以内.

XY-1V切換 x1, x2, x5, x10.

(7) 垂直ジャイロ(本体と管制器箱) (U12, U13)



垂直ジャイロ (右向き, 左向き)

原理 直径約11cmのコマを11500rpmで回転させ、回転軸を鉛直に立てて、船の動揺角(ローリング, ピッチ)を検出する。

修正(鉛直保持のための)

- ・ 船の増減速によるもの
- ・ 船の旋回によるもの
- ・ 地球の自転によるもの

管制器箱

修正用の増幅器, 電源スイッチ等を持つ。

(8) 二次電源装置 (U14)

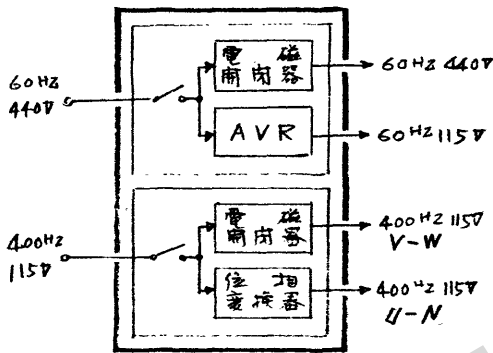
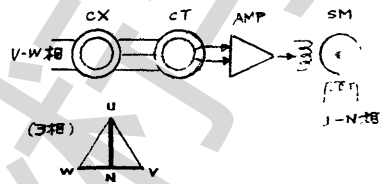


図 2-6

機内電源を要し、装置に必要の 60サイクル電源を降圧及び安定し、 400サイクル電源を中継する。

440V は方位盤とスピリダサ駆動のみに使用される。

400サイクル電源



(9) ITV 装置

方位盤の照準望遠鏡内と組込られ、カメラによって照準した目標をテレビ表示する。

(10) TDT (U15, U16)

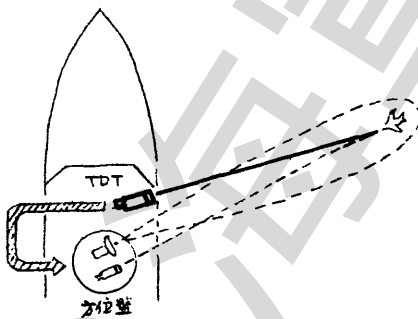


図 2-7

機能 照準上可両法に装備され、レダが流れてきた超低空目標や緊急目標を方位盤に指示する。

作動 眼鏡部において目標を照準すると指示信号が制御箱に送られる。この信号は動後を含むので、射撃盤で高度修正され、水平面上の指示信号になって制御箱に送り込まれる。制御箱ではこの信号をサーボ機構によりシロ信号に変換する。この水平面上の指示信号(方位、高低)と制御箱に調定した推定距離が測的盤に送り、方位と高角の信号は方位盤を駆動し、距離信号はレダ距離系をコントロールする。

TDT1とTDT2の選択は乗務指揮官が行なう。

# 系統別作動

目標搜索から発射までの流れと系統順に区分すれば (1)~(8) のとおりである。

- |              |   |     |
|--------------|---|-----|
| (1) 目標搜索系    | } | 測的盤 |
| (2) 目標追尾系    |   |     |
| (3) 目標速度計算系  |   |     |
| (4) 弾道計算系    |   |     |
| (5) 原動機計算系   | } | 射撃盤 |
| (6) 動搖修正計算系  |   |     |
| (7) 方位差修正計算系 |   |     |
| (8) 発射修正計算系  |   |     |

また、これらの系統にはいろいろな全般に関連する系統として次のものがある。

- (9) 動搖修正系

更に各系統に関連する (10) 装置管制制御系 を含めて系統別に説明する。

## 1 目標搜索系

目標搜索系は、目標を搜索して追尾へと導くための系統で、GFCS がその機能を果たすための第1段階であり、人間の視覚による光学的な系統とレーダによる系統に分れるが、最終的にはレーダのスコフ(測的盤指示部)上に所要の目標の予し出すことが目的である。搜索の方法には、「目標指示」を受けて搜索する方法と、GFCS自身で搜索する方法がある。

- (1) 目標指示

- (3) 装置内の機器からの指示

SLS  
TDT

} 射撃指揮官が選択する

- (4) 目標指示装置からの指示

a DAP(WAP)

b TDS 2

c <sup>E</sup>WAS

d TDS2-2

レーダ

TDS

<sup>E</sup>WAS

TDT1.2

GFCS

TDT

TDT

OPT

SFCS

GFCS

TDT1.2

GFCS

SFCS

MFCS

MFCS

SFCS

TDPS

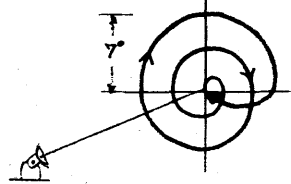
TPS(A~E)

SFCS

(19)

光学的な方法は、方位磁射手の縛束、天候等外界の影響を受けやすいという短所はあるが、レーザ電波をくわてきた超低空目標とか、野鳥目標の探知には有利である。

レーザによる方法の場合、ビームを拡大するべく、スパイラル走査を行なわせることができる。(目標指示の場合)



周 期	3.6 秒
全周回転	5πラジアン/周
スパイラルピッチ	3.6°/回転
方 向	右まわり

図 3-1

(2) 装置自身での 捜索

ア 光学的な方法

SLS, OMC (TDT)

イ レーザによる方法

(ア) 全周ヘリカル走査(広い範囲を捜索する場合)

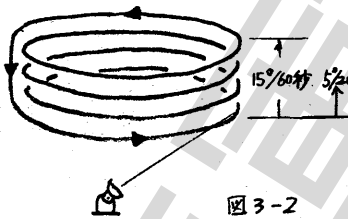


図 3-2

目標が捜索範囲に存在すると、PPIスクリーンに輝点が発見できる。輝点が発見できた場合、全周ヘリカルを上めて、方位盤を輝点の方向に向け、目標追従の態勢に移行してゆく。

(イ) 楕円走査

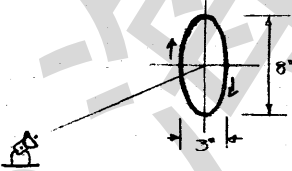


図 3-3

レーザジョイスティックにより方位盤を任意の方向に指向し、その点を中心にビームを拡大して目標発見につとめる。

(ウ) 手動走査

決ったパターンなしに、レーザジョイスティックによって方位盤を任意に旋回・拡大させて捜索する方法である。

## 2 目標追尾系

目標追尾系は、目標搜索系で発見した目標を、光学照準又はレーザ自動追尾によって追尾する系統で、方位盤、レーザ送受信機及び測的盤によって構成されている。追尾形態によってモード1～モード4に分類される。

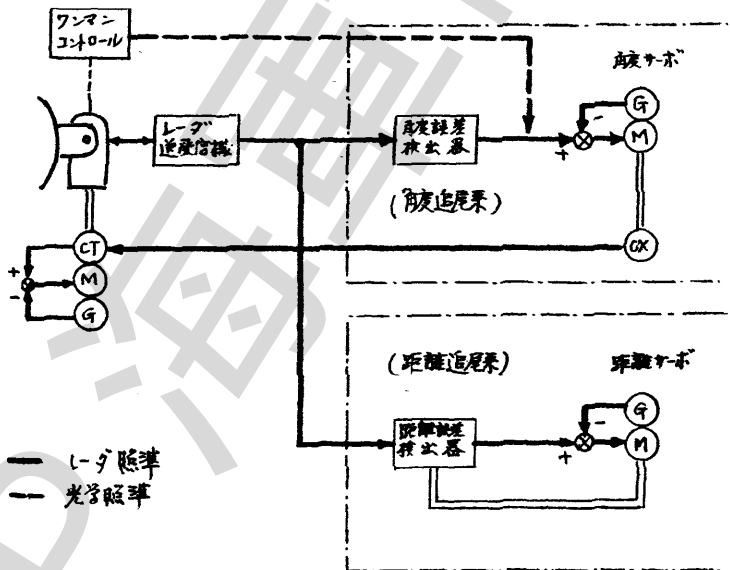
### (1) 照準方法による分類

#### ア. 光学照準

旋回・俯仰の追尾は射手のワマンコントロール  
距離の追尾はレーザ照準に同じ。

#### イ. レーザ照準

目標からのビデオ信号を処理して距離、旋回及び俯仰誤差電圧を作り、これにより各サーボ機構を動かし、更に方位盤の旋回、俯仰を駆動して、追尾を行う。



追尾系概念図

図 3-4

(2) 追尾形態による分類

ア モード1

モード1は、光学誤差（フマンコントロール信号）又はレーザ誤差を以て補償信号として追尾系を形成する方式で、その略図を図3-5、図3-6に示す。

α R系

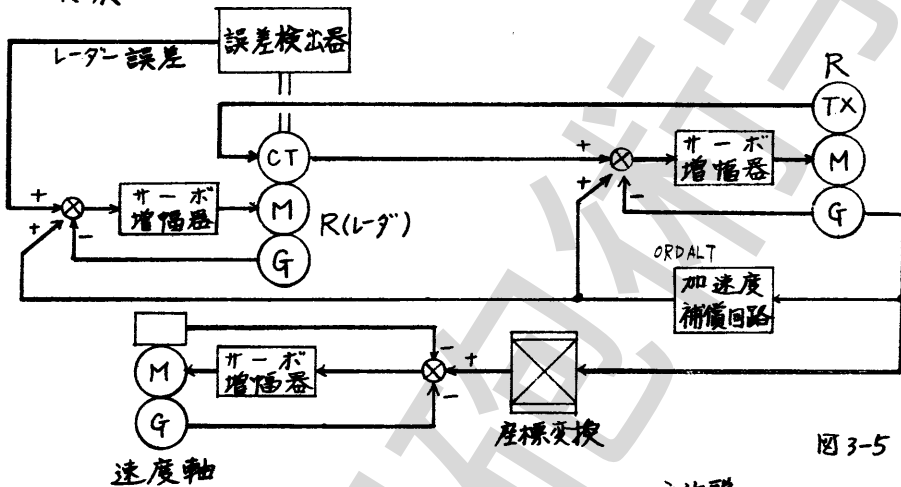


図3-5

β 角度系

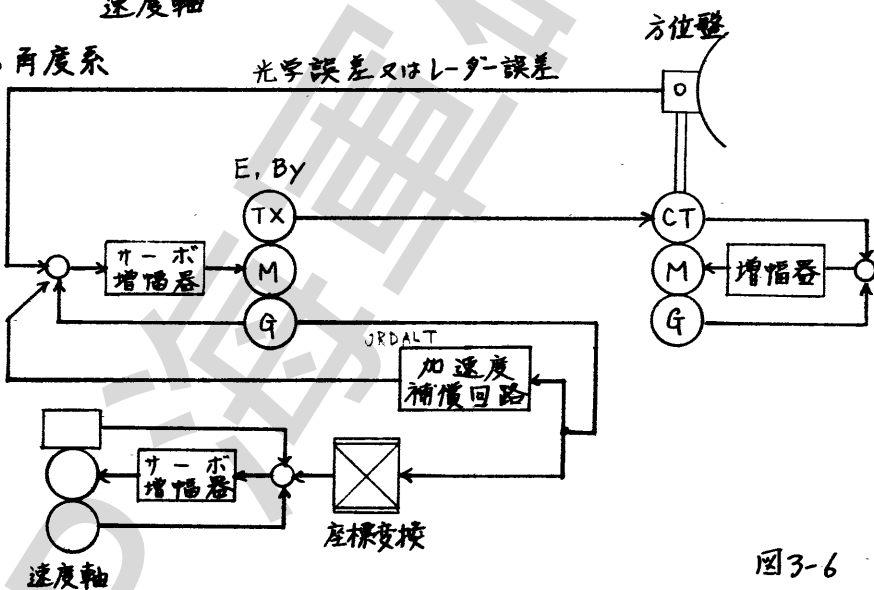


図3-6

この追尾方式は最も基本的なものであり、全範囲にわたる追尾が可能である。

イ モード 2

モード 2 は光学誤差又はレーダ誤差およびリジエネ信号により追尾系を形成する方式であり、その概略を図 3-7、図 3-8 に示す。

この方式は自動レートコントロール方式と呼ばれ、レート信号(リジエネ信号)が光学誤差またはレーダ誤差によって自動的に修正され、正しいレート信号になって正しく軸を駆動し、その結果方位盤も正しく駆動するというループを形成している。

ウ モード 3

モード 3 は基本的にモード 2 と同じであるが、見越計算用の速度だけ手動で調定される。

α モード 2.3 R 系

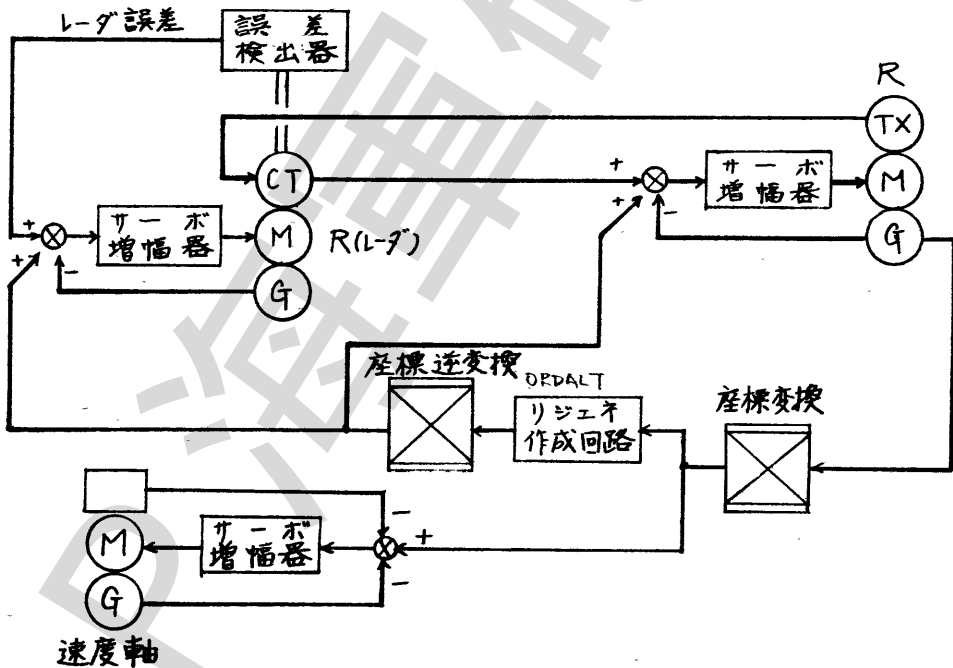


図 3-7



b. モード 2, 3 角度系

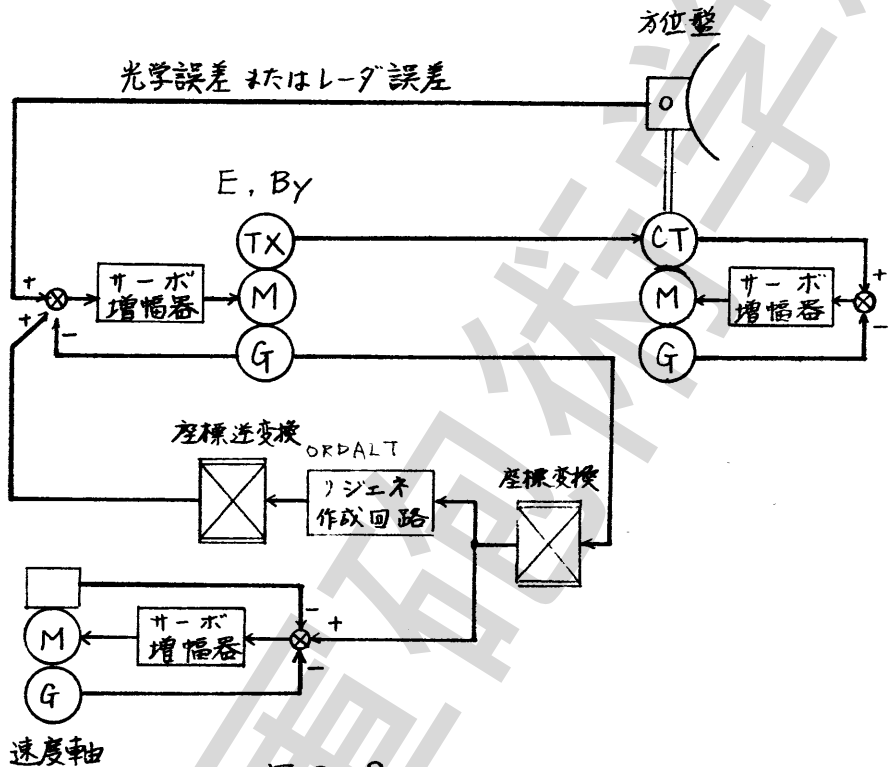


図 3-8

エ モード 4

モード 4 は速度信号のみで入力軸を駆動する。方位整は入力軸にトフマ駆動する方式であり、その概略を図 3-9、図 3-10 に示す。

この方式は速度メモリー駆動方式と呼ばれ、追尾系としてのループは形成しない。このモードに移るまでの計算速度を利用し、このモードになった瞬間その速度によって入力軸を駆動する。照準望遠鏡や ITV あるいはスコープ上で目標が見えるときには、図に示すような修正ループを形成することができる。

a R系

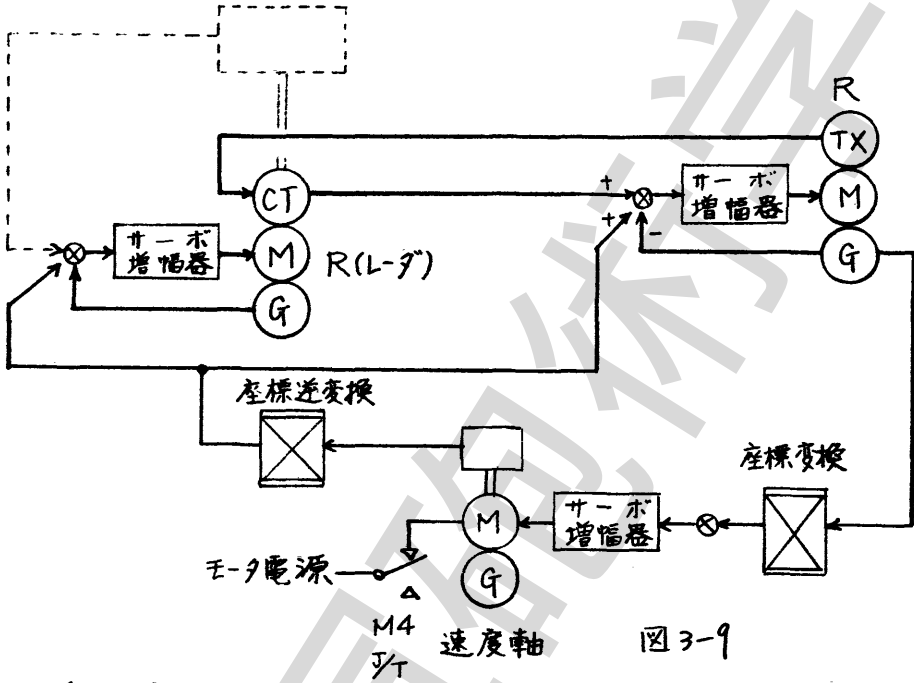


图 3-9

b 角度系

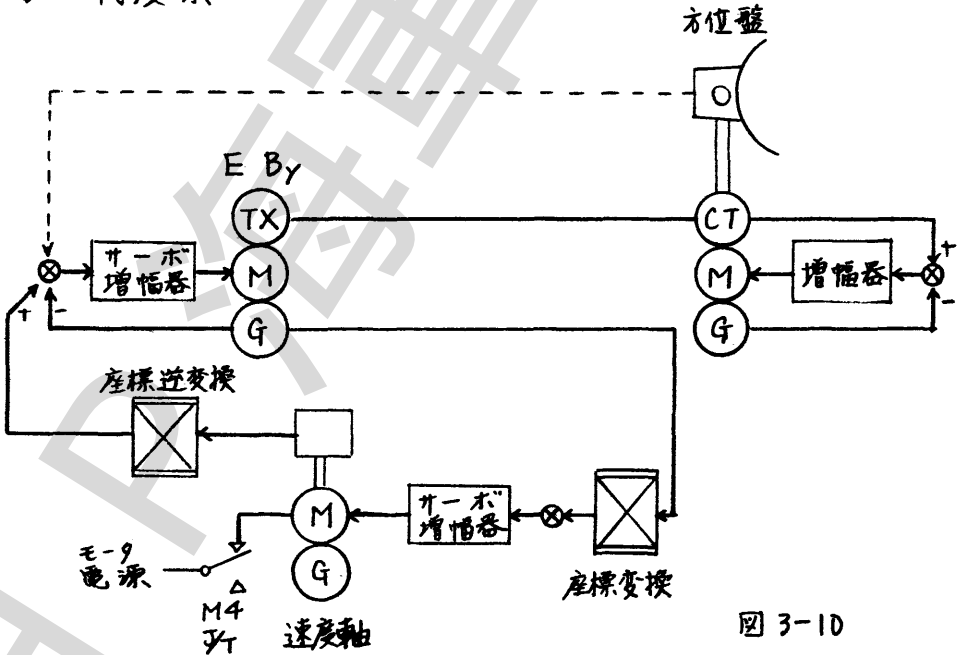


图 3-10

### 3 目標速度計算系

目標速度計算系は、方位盤が現在追尾している目標の速度を計算する系統であって測的盤管制部に収納されている。

#### (1) モード1、モード2、モード3の速度計算

モード1、2、3の速度計算系は同一方式である。

これを図3-5、図3-6に示す。

直交座標系の速度  $DM_x$ 、 $DM_y$ 、 $DM_v$  は、追尾軸である R、E、By 各軸の微分信号(タクジネ出力信号)を各軸の位置信号によって座標変換することによって得られる。この速度信号には、通常方位盤の振動等による角度追尾雑音が含まれているので、二次フィルタ特性を持つ速度軸で平滑処理される。

また速度に含まれる雑音の大きさは、レーダ距離に比例し増加する性質があるので、二次フィルタの時定数をレーダ距離に比例させて連続制御し、速度雑音を軽減させる方式を採用している。この距離可変時定数は  $1 \sim 20 \text{ Kyd}$  のレーダ距離範囲で直線的に増加し、 $20 \text{ Kyd}$  以上で一定となる特性を持っている。

なお追尾状況に応じ、時定数を  $\pm 20\%$  の範囲で段階の手動設定が可能である。

また、目標が加速運動した場合、二次フィルタによって速度遅れが生じるので、目標が再び等速運動に移ったとき、速度が正しい値に復帰するために時定数の数倍の時間を要する。この場合には、速度修正操作によって一時的に時定数を小さくし速やかに速度遅れを回復させ、正常の動作に復帰させることができる。

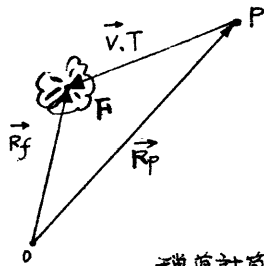
さらに、対水目標追尾時、目標が定速運動をしていても、自艦が舵航等の加速度運動した場合、相対的には加速度運動したことに伴い、上記の場合と同様速度遅れが発生する。この場合は舵航操作を伴うことによって、目標速度のみ二次平滑処理し速度遅れを軽減させることができる。

## (2) モード4の速度計算

モード1, 2, 3いずれかのモードで速度計算をしている状態でモード4に切替えると、このモードになった瞬間、速度軸のモータ電源が断となり、速度は切替前の状態で保存される。

#### 4 弾道計算系

弾道計算系は、目標追尾系で得られた目標現在位置及び目標速度計算系で得られた目標速度から目標未来位置を求め、この系統で射撃望に收容されている。



- O: 方位盤の位置
- P: 目標現在位置
- F: 目標未来位置
- $\vec{R}_P$ : 目標現在位置ベクトル
- $\vec{R}_F$ : 目標未来位置ベクトル
- $\vec{V}$ : 目標速度ベクトル
- T: 弾丸飛行時間

弾道計算ベクトル図

現在位置と未来位置の関係は上図のとおりであって、図において  $\vec{R}_P$  及び  $\vec{V}$  から  $\vec{R}_F$  を求めようとするものである。図からわかるように

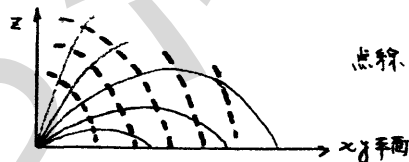
$$\vec{R}_F = \vec{R}_P + \vec{V}T$$

なる式が成り立つ。 $\vec{R}_P$  は方位盤が目標を追尾することによって得られる R.E. 及び By であり、 $\vec{V}$  は速度計算の結果得られる  $DM_{lx}$  (相対速度東西成分)  $DM_{ly}$  (相対速度南北成分) 及び  $DM_{lv}$  (相対速度上下成分) である。

また式中の未知数  $\vec{R}_F$  と T との間には次の関係がある。

$$T = f(\vec{R}_F)$$

これは弾道関数と呼ばれるものであって、弾丸飛行時間 と 未来位置 すなわち弾着点との関係を表わすもので射表に与えられている。

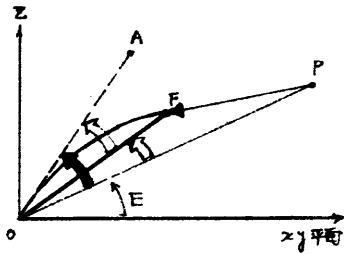


点線は同一飛行秒時を表す。

以上の2種類の方程式を連立させて解くことにより、未知数  $\vec{R}_F$  及び T が求まり、未来位置 F が決定される。

## 5 見越角計算系

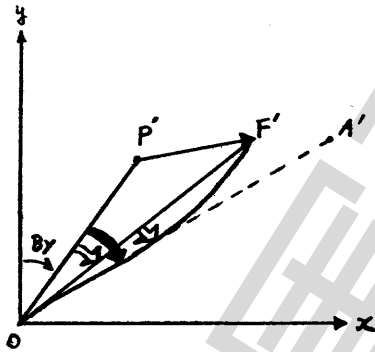
見越角計算系は、弾道計算系で求めた目標未来位置を射撃するために、見越角を計出する系統で射撃盤に收容されている。



P: 目標現在位置  
F: 目標未来位置  
A: (砲指向点)

$\angle POF$ : 速度見越角  
 $\angle FOA$ : 弾道見越角  
 $\angle POA$ : 見越角 (V)

垂直面内における見越角



P': 目標現在位置の投影点  
F': 目標未来位置の投影点  
A': (砲指向点)の投影点

$\angle P'O'F'$ : 速度見越角  
 $\angle F'O'A'$ : 弾道見越角  
 $\angle P'OA'$ : 見越角 (LR)

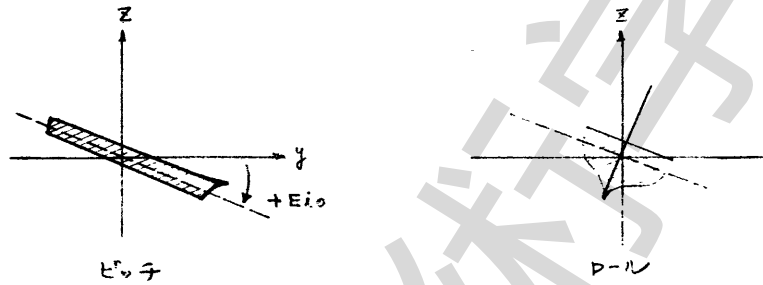
水平面内における見越角

方位盤の位置に砲があるものとするば、砲旋回角、砲仰角は次のとおりである。

$$\begin{aligned} \text{砲旋回角} &= \text{方位盤旋回角} + \text{水平面内見越} (LR) \\ \text{砲仰角} &= \text{方位盤高角} + \text{垂直面内見越} (V) \end{aligned}$$

## 6 動揺修正計算系

本系統は、艦の動揺による射撃の制射すの修正するための計算系で、射撃盤に収容されている。



船体の動揺は、動揺の中心から右舷方向に入軸、艦首方向にY軸、上方をZ軸とすると、上図のようにヒール(Ei0)及びD-ル(Z0)が定義される。符号は図の通り。

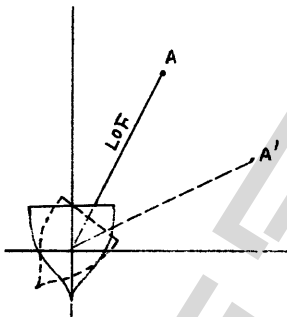
船体が動揺すると、空間のLOFは変化するが、

砲のLOFは動揺により元のLOFからずれ、

この動揺によるずれを修正するのが本系統

で計算される  $j(Eg)$ ,  $j(Bg)$  である。以下

イロの挿入:  $Z_0$ ,  $Ei_0$  により求めらる

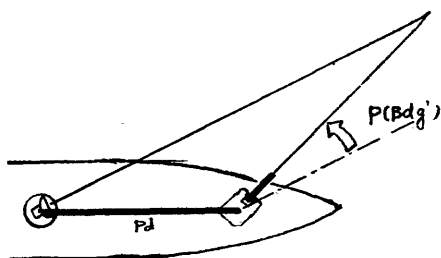
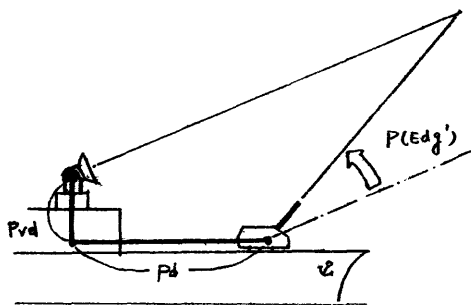


$j(Eg)$ : 射線高角動揺修正量

$j(Bg)$ : 射線相対方位動揺修正量

## 7 占位差修正計算系

本系統は方位盤の位置と砲の位置に差があるため、生ずる占位差の修正量を計算する系統で射撃盤に収容されている。占位差は甲板内の占位差(Pd)と垂直面内占位差(Pind)がある。



$P_d$  → 旋回角修正  $P(Bdg')$

$P_{vd}$  → 俯仰角修正  $P(Edg')$

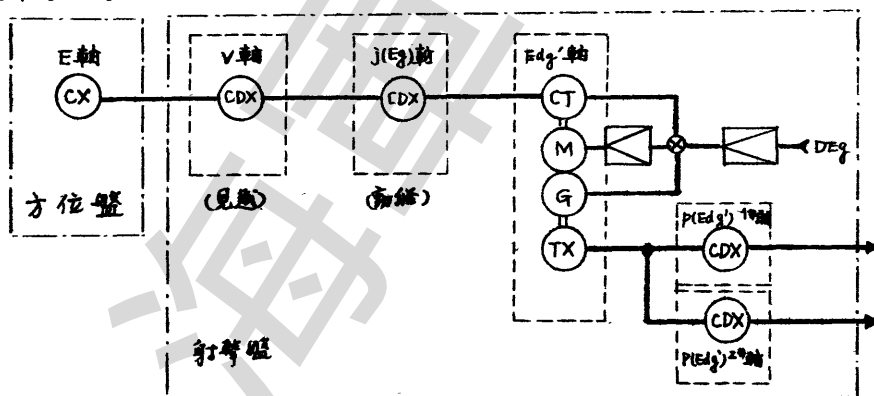
計算回路は砲台に依って、

米海軍 GFGS のような エレクトロ

的考之方はない。

## 8 方位諸元計算系

本系統は、各砲台に入力する諸元を最終的に計算系系統で射撃盤に收容  
している。



$$(Edg')P1^{\#} = E + V + j(Eg) + P(Edg')1^{\#}$$

$$(Edg')P2^{\#} = E + V + j(Eg) + P(Edg')2^{\#}$$

旋回系統は图中  $E \rightarrow B$ ,  $V \rightarrow Lr$ ,  $j(Eg) \rightarrow j(Bg)$ ,  $Edg' \rightarrow Bdg'$ ,  $P(Edg') \rightarrow P(Bdg')$   
におきかえ。

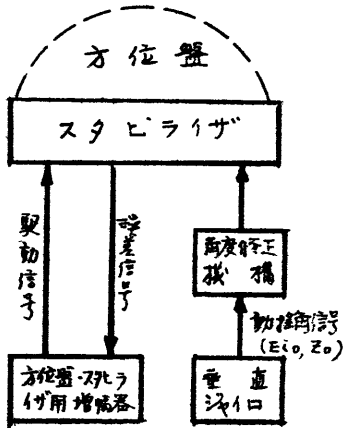
$$(Bdg')P1^{\#} = B + Lr + j(Bg) + P(Bdg')1^{\#}$$

$$(Bdg')P2^{\#} = B + Lr + j(Bg) + P(Bdg')2^{\#}$$



## 9 動揺修正系

動揺修正系は 射撃には 直結の関係はないが、今まで述べた系に、重大な影響を及ぼす重要な系統である。



左図に示すように、この系統は ジャイロ、角度修正機構、スタビライザ及び方位盤-スタビライザ用増幅器で構成される。ジャイロで検出し、艦の動揺角信号を角度修正機構を介してスタビライザに送り、スタビライザ面と水平面の誤差を検出す。この誤差信号を方位盤-スタビライザ用増幅器で増幅し、駆動信号としてスタビライザの動力モータを駆動、スタビライザ面を水平に保つ。角度修正機構

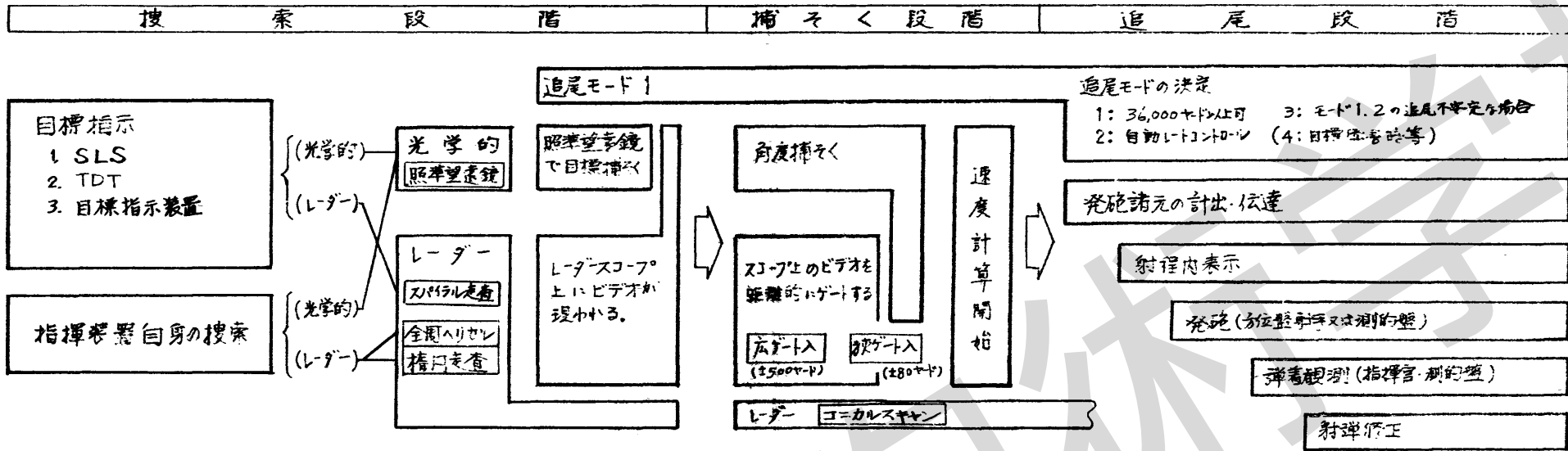
は、スタビライザ据付面の固定誤差を修正するためのものである。

スタビライザ面(方位盤旋回座面)を水平に保つ主な理由として次の2点がある。

- (1) 目標捜索から、目標見找計算までをすなわち水平座標系で行っている。
- (2) 艦の動揺のはげしい場合でも、照準線(レダ軸線を含む)が動揺しないので、目標の捜索や発見が容易に行える。

## 10 装置管制制御系

オペレーション



捜索

射撃指揮装置I型のオペレーションは、目標捜索段階から開始される。この段階には、指示と装置自身の捜索の2つのパターンがある。指示は、レーザ又は光学機械によって捜索した目標を指揮装置に移換するもので、装置自身の捜索は、目標の存在が予想される場合あるいは指示が不確かな場合に用いられる。

指示のうち、SLS、TDTの目標指示は主として緊急目標の指示で、照準装置の目標指示に優先する。(但しTDS制御、FCS連携時) SFCSの指示はASROC又はDASH追尾用である。一般形としては、捜索用レーザで捕そくした目標が指示される。

指示、装置自身の捜索ともに照準望遠鏡による光学的方法と、レーザによる方法があるが、最終的な形としてはレーザースコープ上に目標ビデオを得て次の捕そく段階に移る。レーザによる方法のときビームを拡大する方法として3種類の走査パターンがある。

捕そく

レーザースコープ上に目標ビデオが現われると指示段階から捕そく段階に移る。捕そくは目標を距離及び角度的に捕そくしてから、追尾に移るまでの過渡的状態であり、条件には次の2つがある。

距離捕そく (広ゲート入 又は 狭ゲート入)

角度捕そく (広ゲート入+測的盤が着弾時点)

レーザースコープ上に現われた目標ビデオを、測的盤のジョイスティックを操作して2500ヤドの範囲に捕そくすると「広ゲート入」となり、距離センサーが動作を開始し狭ゲートに引き込む。同時にAGCの動作を開始する時点から追尾に移ることを「距離捕そく」という

AGCが落ち付いた時点から以後を「角度捕そく」という「距離捕そく」と「追尾」が満足された時点から速度計算が開始される。(速度計算完了所要時間最大約2秒)

光学照準のときは、射撃はマンコントロールにより、角度的に捕そくを続ける。

(「広ゲート入」から「狭ゲート入」までの所要時間は最大0.5秒である。目標指示の場合最大1.0秒)

追尾

追尾は「狭ゲート入+距離調整」から目標増減と射撃までを測的盤で追尾モードを決定する。

射撃盤---測的盤からの目標現在位置と速度信号を基に、見殺等の計算を行ない、動揺修正、占位差修正を付加して発砲諸元を計出、これと砲台へ発信する。

測的盤---指揮装置と砲台との接続状態、目的の射撃が目標の運動に関する計出値が表示される。

目標自動表示盤---目標の現在位置と未来位置の関係が表示される。

測的盤---目標追尾によって得られる目標データを目標指示装置を通じて他のAFCS、CICのNC-2、SFCSへ伝達する。

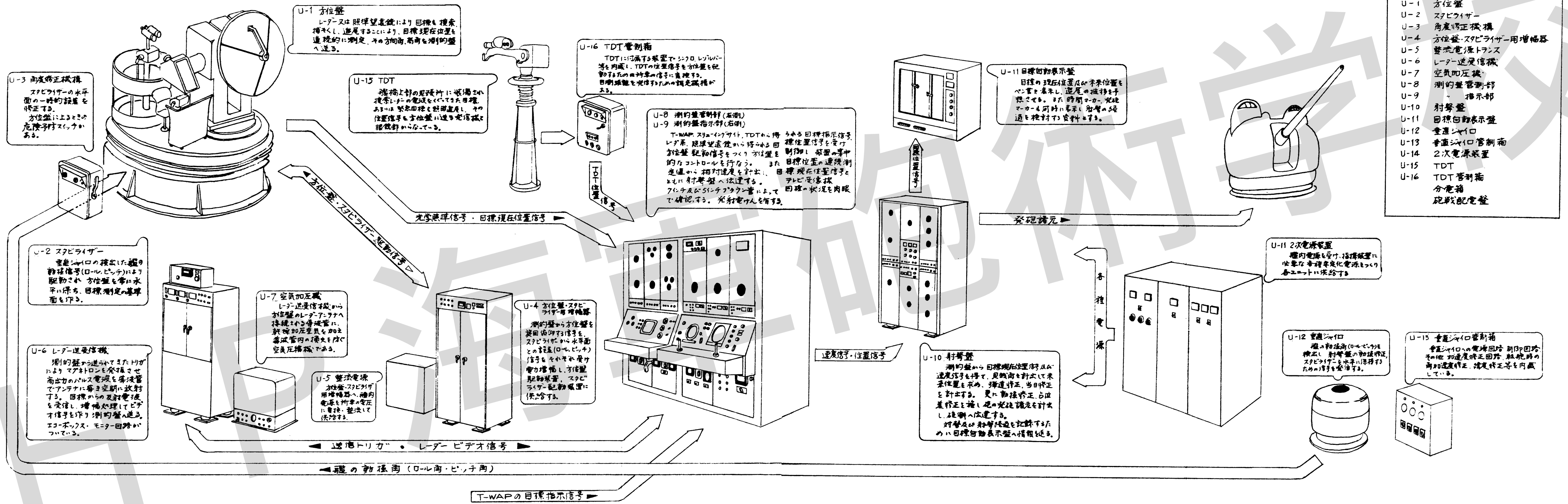
目標が射程内にはいると「射程内」表示灯が点灯し射撃開始の可能を知らせる。

レーザ照準のときは、測的盤で発射管制を行なう。光学照準のときは方位盤射撃が照準発射を行なう。

A/R スコープにより弾着観測が、ITV受信機により目標追尾状況及び射撃効果が観測できる。

目標が加速運動した場合、速度修正を、対水時自艦が舵取した場合、舵取操作を行いこれに対処できる

# 射撃指揮装置I型説明図



構成機器	
U-1	方位盤
U-2	スタビライザ
U-3	角度修正機構
U-4	方位盤・スタビライザ用増幅器
U-5	整流電源トランス
U-6	レーザ受信機
U-7	空気加圧機
U-8	測的盤管制部
U-9	指示部
U-10	射撃盤
U-11	目標自動表示盤
U-12	重直シヤロ
U-13	重直シヤロ管制箱
U-14	2次電源装置
U-15	TDT
U-16	TDT管制箱
	分電箱
	砲戦配電盤

**U-1 方位盤**  
レーザは照準望遠鏡により目標を捜索・捕獲し、追尾することにより、目標現在位置を連続的に測定、その方向角、高角を測的盤へ送る。

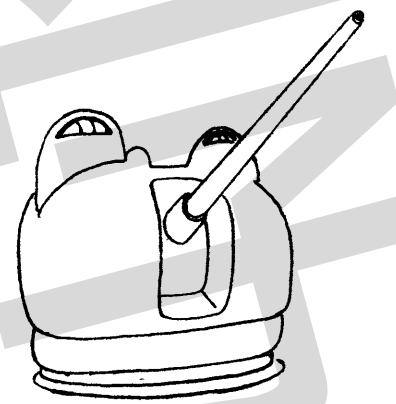
**U-3 角度修正機構**  
スタビライザの水平面の一時的誤差を修正する。方位盤に上るときは危険予知スリッパがある。

**U-15 TDT**  
橋上部の見張所に設置され、捜索レーザの電波をくわてきた目標、あるいは緊急目標と認識し、その位置信号を方位盤に送り電圧増幅と駆動部から送る。

**U-16 TDT管制箱**  
TDTに付属する装置でシフトレバー等を内蔵し、TDTの位置信号を方位盤に送り、目標距離を電波から測定し記録する。

**U-8 測的盤管制部 (右側)**  
**U-9 測的盤指示部 (右側)**  
T-WAP スクレーン部分、TDTからの目標指示信号を受け、目標位置信号を受け、方位盤に送り、方位盤を目標位置の連続測定のコントロールを行なう。また目標位置の連続測定から、相対速度を計出し、目標現在位置信号とこれに射撃盤へ伝送する。テレビ受像機、アンプ及びシンチグラフィックにより、目標の状況を肉眼で確認する。発射電圧を有する。

**U-11 目標自動表示盤**  
目標の現在位置及び未来位置をペン書き表示し、追尾の推移を予想させる。また時間マーカー、マーカーと同時に表示し、射撃の経過を視覚的に記録する。



**U-2 スタビライザ**  
重直シヤロの傾斜した際の回転信号(ロール・ピッチ)により駆動され、方位盤を常に水平に保ち、目標測定の基準面を作る。

**U-7 空気加圧機**  
レーザ送信機から方位盤のレーザアンプへ接続する導波管に、乾燥加圧空気を加え導波管内の損失を防ぐ空気圧縮機である。

**U-4 方位盤・スタビライザ増幅器**  
測的盤から方位盤を旋回制御する信号を、スタビライザから水平面との誤差(ロール・ピッチ)信号をそれぞれ受け、電力増幅し、方位盤駆動装置、スタビライザ駆動装置に供給する。

**U-6 レーザ受信機**  
測的盤から送られてきたトリガにより、マグネトロンを発振させ高出力のパルス電波を導波管でアンテナに導き空気に放射する。目標からの反射電波を受信し、増幅処理してビデオ信号を作り測的盤へ送る。エコーボックス・モニター回路が備わっている。

**U-5 整流電源**  
方位盤・スタビライザ増幅器へ補内電源を所定電圧に整流・整流して供給する。

**U-10 射撃盤**  
測的盤から目標現在位置信号及び速度信号を受け、見張角を計出して未来位置を求め、弾道修正、当日修正を計出する。更に弾道修正、方位修正と揃って砲の発砲諸元を計出し、砲戦へ伝送する。射撃及び射撃経過を記録するために目標自動表示盤へ情報を送る。

**U-11 2次電源装置**  
艦内電源を受け、指揮装置に必要とする各種電圧を各ユニットに供給する。

**U-12 重直シヤロ**  
艦の前後角(ロール・ピッチ)を検出し、射撃盤の弾道修正、スタビライザを水平に保つための信号を発生する。

**U-13 重直シヤロ管制箱**  
重直シヤロへの電源回路制御回路、その他、弾道修正回路、射撃時の角加算修正、誤差修正等を内蔵している。

艦の前後角(ロール角・ピッチ角)

T-WAPの目標指示信号

発砲諸元

速度信号・位置信号

各種電源

方位盤・スタビライザ駆動信号

光学基準信号・目標現在位置信号

TDT位置信号