

(205D) 方位角保持 2 (ロール角保持 2 に, $\Psi \rightarrow \phi_c$)

2019(R1).10.27(D) 片柳亮二

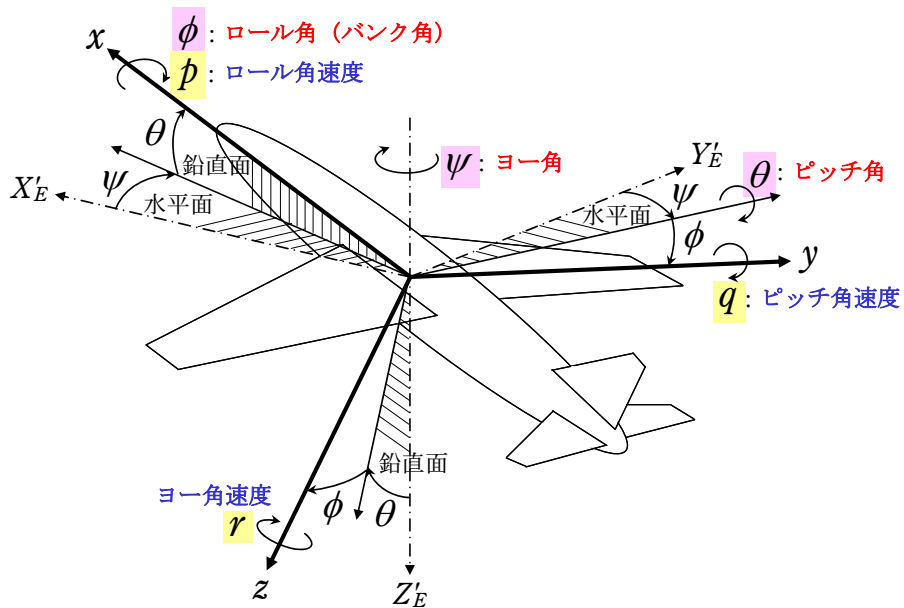


図 1.1 飛行運動変数の説明

図 1.2 に、ここで検討する方位角保持 2 のブロック図を示す。

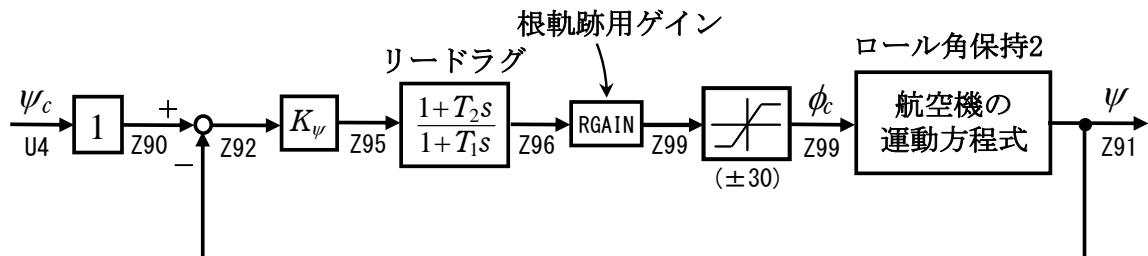


図 1.2 方位角保持 2 のブロック図

1. ロール角保持 2 の事前計算

方位角保持 2 は、ロール角保持 2 へのロール角指令値を入力する方式とする。このロール角保持 2 (制御則 203) を事前に計算しておけば、方位角保持 2 を自動的に設計できる。

2. 方位角保持 2 の設計

KMAP を起動して、ロール角保持 2 の事前計算後、これに指令する方式の方位角保持 2 の最適ゲインを求める。

ロール角保持 2 の最適ゲイン計算後に表示される「解析結果の表示」画面において、「0 0」とキーイン/Enterすると、初期画面に戻ります。ここで、

- ① 「KMAP***解析内容選択画面」⇒ “23” キーイン
 ② 「設計方式」⇒ “13” をキーイン
 ③ 「機体データの取得方法」⇒ここでは例として，“99” をキーイン
 ④ 「機体データの取得」⇒ここでは例として “44” をキーイン
 (CDES. B777-200. Y120505. DAT)
- ⑤ 「制御則の選択」⇒ “205” キーイン
 方位角保持 2 (ロール角保持 2)
- ⑥ ロール角保持を実施済みかどうかと表示されるので， 1 をキーイン
 ⑦ 「インプットデータ修正(後半部)」と表示されるので， 方位角保持部の
 のゲイン最適化計算のために次のようにキーイン

1 9 1 0 0 1 0 0 9 8 0 0 2 7

このとき，解析計算が自動的に実行されて，次の「解析結果の表示」の画面になる．この解析計算では，その前に計算された「ロール角保持 2」で計算された最適ゲインを用いて，方位角保持の制御則を加えた上で，方位角保持の最適ゲイン計算が行われる．なお，比例ゲイン K_{ψ} は 2.0(一定)とした．

これで解析計算が自動的に実行されて，「解析結果の表示」の画面になる．ここで，“9” とすると「安定性解析結果」が数値で次のように表示される．

..... (釣り合い飛行時のデータ)

S = 0.42800E+03 (m²) CBAR = 0.79460E+01 (m) Hp = 0.15000E+04 (ft)
 W = 0.16091E+06 (kgf) qbarS= 0.19261E+06 (kgf) ROU = 0.11952E+00 (kgf·s²/m⁴)
 V = 0.86778E+02 (m/s) VKEAS= 0.16500E+03 (kt) b = 0.60900E+02 (m)
 Ix= 0.11936E+07 (⇒) Iz = 0.39251E+07 (⇒) Ixz = 0.11936E+06 (kgf·m·s²)
 CL= 0.83554E+00 (—) α = 0.37503E+01 (deg) CG = 0.25000E+02 (%MAC)
 (この CL は初期釣合 G に必要な CL です)
 T = 0.24891E+05 (kgf) δf = 0.20000E+02 (deg) δe = -0.18750E+01 (deg)
 CLα = 0.1073E+00 (1/deg) Cmα = -0.2573E-01 (1/deg)
 縦安定中正点 (neutral point) hn = (0.25 - Cmα / CLα) * 100 = 0.48983E+02 (%MAC)
 脚 ΔCD = 0.20000E-01 (—), スピードブレーキ ΔCD = 0.40000E-01 (—)
 脚-DN, スピードブレーキ オフン, 初期フラップ角 δfpilot = 0.20000E+02 (deg)
 (微係数推算用フラップ δf = 0.20000E+02 (deg))

(CG=25%)	(CG= 25.00%)	(フライト 有次元)
Cyβ = -0.133610E-01	Cyβ = -0.133610E-01	Yβ' = -0.103494E+00
Cyδr = 0.268149E-02	Cyδr = 0.268149E-02	Yδr' = 0.207706E-01
Clβ = -0.378068E-02	Clβ = -0.378068E-02	Lβ' = -0.210600E+01
Clδa = -0.189409E-02	Clδa = -0.189409E-02	Lδa' = -0.106897E+01
Clδr = 0.116269E-03	Clδr = 0.116269E-03	Lδr' = 0.437219E-01
Clp = -0.442863E+00	Clp = -0.442863E+00	Lp' = -0.153139E+01
Clr = 0.266273E+00	Clr = 0.266273E+00	Lr' = 0.898388E+00
Cnβ = 0.171812E-02	Cnβ1 = 0.171812E-02	Nβ' = 0.230168E+00
Cnδa = 0.527530E-04	Cnδa = 0.527530E-04	Nδa' = -0.234722E-01
Cnδr = -0.127809E-02	Cnδr1 = -0.127809E-02	Nδr' = -0.217529E+00
Cnp = 0.463237E-02	Cnp = 0.463237E-02	Np' = -0.417094E-01
Cnr = -0.215438E+00	Cnr = -0.215438E+00	Nr' = -0.198598E+00

(NAERO=22) 方向 δr コントロールシステム解析

●出力キー: i:3:BETA, 4:p, 5:r, 6:PHI (不明なら 6 入力)

***** (フィードバック前の極チェック) *****

***** POLES *****

POLES(11), EIVMAX= 0.500D+02

N	REAL	IMAG	
1	-0.34999999D+02	-0.35707143D+02	[0.7000E+00, 0.5000E+02]
2	-0.34999999D+02	-0.35707143D+02	[0.7000E+00, 0.5000E+02]
3	-0.34999999D+02	0.35707143D+02	周期 P(sec)= 0.1760E+00
4	-0.34999999D+02	0.35707143D+02	周期 P(sec)= 0.1760E+00
5	-0.15564094D+01	0.00000000D+00	
6	-0.45558088D+00	0.00000000D+00	
7	-0.16337200D+00	0.00000000D+00	
8	-0.12385118D+00	-0.65938959D+00	[0.1846E+00, 0.6709E+00]
9	-0.12385118D+00	0.65938959D+00	周期 P(sec)= 0.9529E+01
10	-0.29372350D-01	0.00000000D+00	
11	0.00000000D+00	0.00000000D+00	

(以下の解析結果はインプットデータの制御則による)

***** POLES AND ZEROS *****

POLES(11), EIVMAX= 0.4947D+02

N	REAL	IMAG	
1	-0.34622305D+02	-0.35332984D+02	[0.6999E+00, 0.4947E+02]
2	-0.34622305D+02	0.35332984D+02	周期 P(sec)= 0.1778E+00
3	-0.34532795D+02	-0.35242175D+02	[0.6999E+00, 0.4934E+02]
4	-0.34532795D+02	0.35242175D+02	周期 P(sec)= 0.1783E+00
5	-0.11042962D+01	-0.10724717D+01	[0.7174E+00, 0.1539E+01]
6	-0.11042962D+01	0.10724717D+01	周期 P(sec)= 0.5859E+01
7	-0.64421921D+00	-0.61435156D+00	[0.7237E+00, 0.8902E+00]
8	-0.64421921D+00	0.61435156D+00	周期 P(sec)= 0.1023E+02
9	-0.23428462D+00	-0.23552096D+00	[0.7052E+00, 0.3322E+00]
10	-0.23428462D+00	0.23552096D+00	周期 P(sec)= 0.2668E+02
11	-0.17663491D+00	0.00000000D+00	

ZEROS(11), II/JJ= 7/ 2, G= 0.1000D+01 (← $\Psi/U4$)

N	REAL	IMAG	
1	-0.34622312D+02	-0.35332973D+02	[0.6999E+00, 0.4947E+02]
2	-0.34622312D+02	0.35332973D+02	
3	-0.34532844D+02	-0.35242123D+02	[0.6999E+00, 0.4934E+02]
4	-0.34532844D+02	0.35242123D+02	
5	-0.11466112D+01	-0.11482027D+01	[0.7066E+00, 0.1623E+01]
6	-0.11466112D+01	0.11482027D+01	
7	-0.59273998D+00	-0.59539076D+00	[0.7055E+00, 0.8401E+00]
8	-0.59273998D+00	0.59539076D+00	
9	-0.45558088D+00	0.00000000D+00	
10	-0.18032945D+00	0.00000000D+00	
11	-0.27510784D-01	0.00000000D+00	

入力 1.0 のステップ応答定常値= 0.1148E+00

***** POLES AND ZEROS *****

POLES(11), EIVMAX= 0.5000D+02

N	REAL	IMAG	
1	-0.34999999D+02	-0.35707143D+02	[0.7000E+00, 0.5000E+02]
2	-0.34999999D+02	0.35707143D+02	周期 P(sec)= 0.1760E+00
3	-0.34560528D+02	-0.35263065D+02	[0.7000E+00, 0.4938E+02]
4	-0.34560528D+02	0.35263065D+02	周期 P(sec)= 0.1782E+00
5	-0.11347655D+01	-0.11017308D+01	[0.7175E+00, 0.1582E+01]
6	-0.11347655D+01	0.11017308D+01	周期 P(sec)= 0.5703E+01
7	-0.45558088D+00	0.00000000D+00	
8	-0.22144772D+00	-0.52649792D+00	[0.3877E+00, 0.5712E+00]
9	-0.22144772D+00	0.52649792D+00	周期 P(sec)= 0.1193E+02
10	-0.16337200D+00	0.00000000D+00	
11	0.00000000D+00	0.00000000D+00	

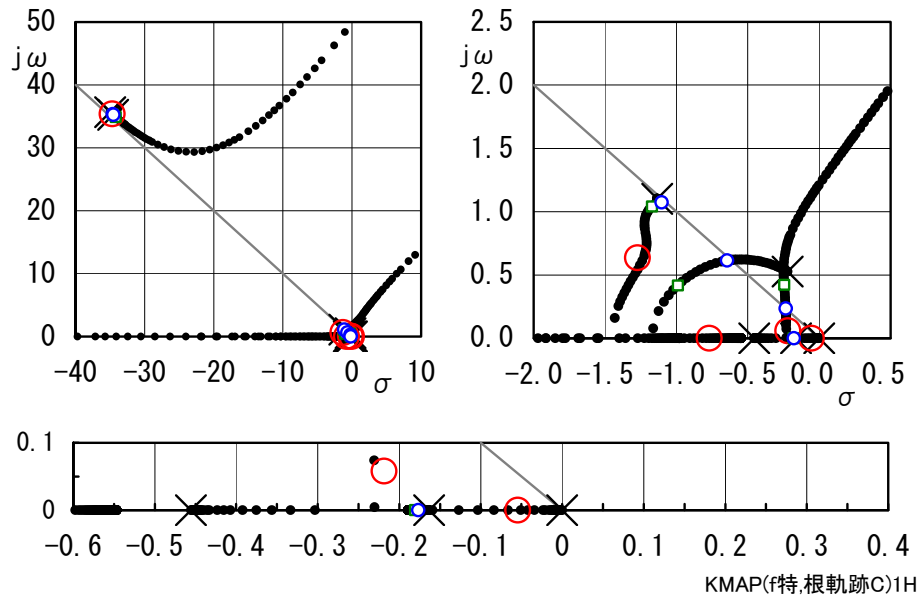
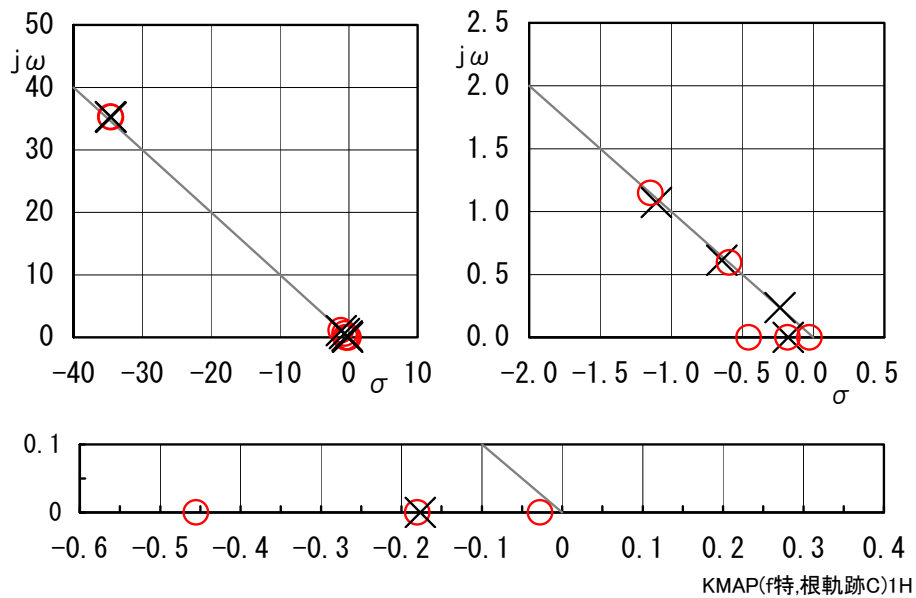


図 2.1 方位角保持 2 の根軌跡

図 2.2 方位角保持 2 の極・零点 (ψ/ψ_c)

このときの、方位角保持 2 のシミュレーション結果を図 2.4 に示すが、方位角変化が達成されていることがわかる。方位角保持 1 (別途資料参照) と比較すると、方位角保持 2 は素早い応答となっている。なお、方位角保持 2 では、比例ゲイン K_ψ は 2.0 (一定) としたが、方位角保持 1 では K_ψ は 1.0 (一定) とした。それは、方位角保持 1 では K_ψ を 2.0 とすると応答が振動気味となったためである。

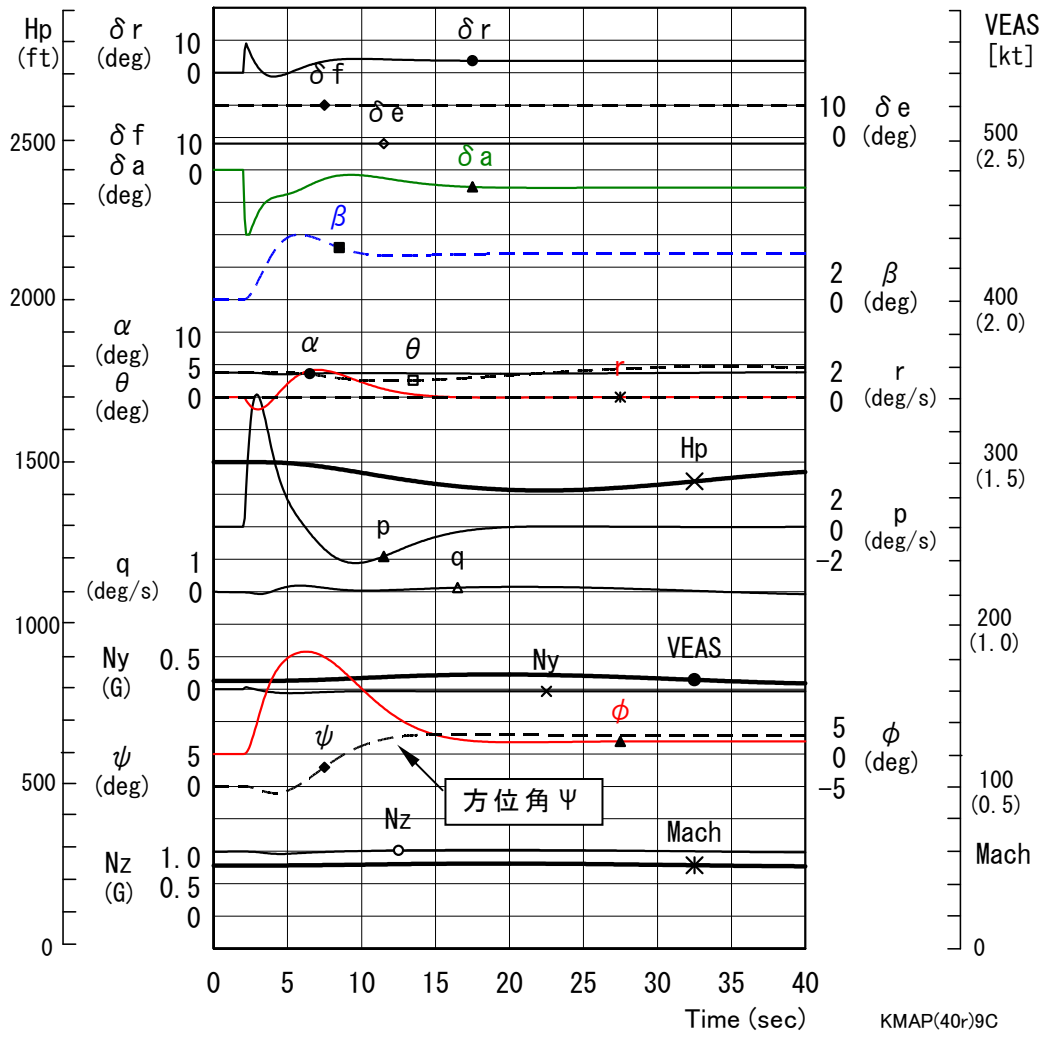


図 2.3 位角保持 2 のシミュレーション

以上