

(108D) G コマンド制御 1 (Nz, q リードラグ → δe)

2019(R1). 10. 27(D) 片柳亮二

図 1 に、G コマンド制御 1 のブロック図 (KMAP 線図) を示す。

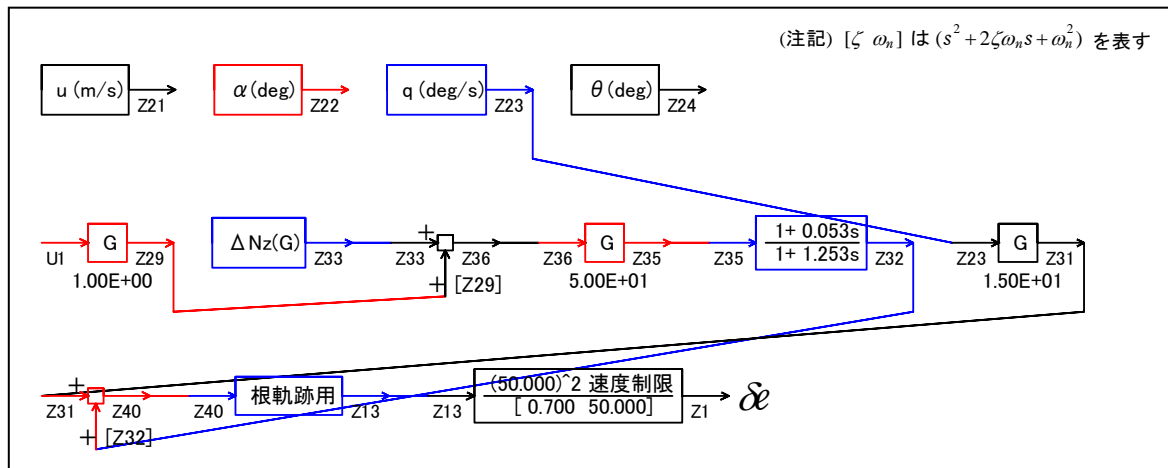


図 1 G コマンド制御 1 のブロック図 (KMAP 線図)

この KMAP 線図は、最適ゲイン計算終了後に表示される「解析結果の表示」画面で「101」とキーイン/Enterすると Excel で表示できる。これは、インプットデータの制御則部分を順番に描いたもので、これを用いるとインプットデータの結線ミスを発見しやすくなる。

KMAP を起動して、

- 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」 ⇒ “108” キーイン

縦系. G コマンド制御 1 (Nz, q リードラグ → δe)

- ⑥ 「インプットデータ修正 (後半部)」 と表示されるので、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 98 0 0 1 8

これで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) Iy = 0.29382E+07 (kgf·m·s2)
θ = 0.37503E+01 (deg) α = 0.37503E+01 (deg) CG = 0.25000E+02 (%MAC)
CL = 0.83554E+00 (—) CD = 0.13045E+00 (—) CDα = 0.83655E-02 (1/deg)
(この CL, CD, CDα は初期釣合 G に必要な CL, CD, CDα です)
T = 0.24891E+05 (kgf) δf = 0.20000E+02 (deg) δe = -0.18750E+01 (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, スピートブレーキ オフ, 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)
Cxu = -0.370428E+00	Cxu = -0.370428E+00	Xu = -0.352690E-01
Cxα = 0.621637E-02	Cxα = 0.621637E-02	Xα = 0.743926E-01
Czu = 0.000000E+00	Czu = 0.000000E+00	Zu' = -0.149163E+00
CLα = 0.107293E+00	CLα = 0.107293E+00	Zα' = -0.845891E+00
CLδe = 0.579212E-02	CLδe = 0.579212E-02	Zδe' = -0.448654E-01
CLδf = 0.215446E-01	CLδf = 0.215446E-01	Zδf' = -0.166883E+00
Cmu = 0.000000E+00	Cmu = 0.000000E+00	Mu' = 0.319084E-01
Cmα = -0.257326E-01	Cmα = -0.257326E-01	Mα' = -0.587113E+00
Cmδe = -0.221051E-01	Cmδe = -0.221051E-01	Mδe' = -0.650192E+00
Cmδf = -0.625773E-02	Cmδf = -0.625773E-02	Mδf' = -0.151081E+00
Cmq = -0.292629E+02	Cmq = -0.292629E+02	Mq' = -0.911800E+00
CmαD = -0.896965E+01	CmαD = -0.896965E+01	Mθ' = 0.158000E-02
(Mu = 0.000000E+00)	(Mα = -0.768062E+00)	(Mδe = -0.659790E+00)
(Mδf = -0.186780E+00)	(Mq = -0.697885E+00)	(MαD = -0.213916E+00)

(NAERO=11) 縦 δe コントロールシステム解析

● 出力キー: i=4:u, 5:ALP, 6:q, 7:THE (不明なら 7 入力)

***** (フィードバック前の極チェック) *****

***** POLES *****

POLES(9), 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	-0.88541169D+00	-0.76986471D+00	[0.7546E+00, 0.1173E+01]
6	-0.88541169D+00	0.76986471D+00	周期 P(sec)= 0.8161E+01
7	-0.79808458D+00	0.00000000D+00	
8	-0.11068734D-01	-0.11805121D+00	[0.9335E-01, 0.1186E+00]
9	-0.11068734D-01	0.11805121D+00	周期 P(sec)= 0.5322E+02

(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(9), 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	-0.27679705D+02	-0.30001318D+02	[0.6781E+00, 0.4082E+02]
4	-0.27679705D+02	0.30001318D+02	周期 P(sec)= 0.2094E+00
5	-0.15528352D+02	0.00000000D+00	
6	-0.83387873D+00	-0.57861793D+00	[0.8216E+00, 0.1015E+01]
7	-0.83387873D+00	0.57861793D+00	周期 P(sec)= 0.1086E+02
8	-0.17762216D-01	-0.31985140D-01	[0.4855E+00, 0.3659E-01]
9	-0.17762216D-01	0.31985140D-01	周期 P(sec)= 0.1964E+03

ZEROS(7), II/JJ= 8/ 1, G= 0.3652D+02 (Δ Nz/U1)

N	REAL	IMAG
---	------	------

```

1  -0.34999999D+02  -0.35707143D+02 [ 0.7000E+00, 0.5000E+02]
2  -0.34999999D+02   0.35707143D+02
3  -0.18942981D+02   0.00000000D+00
4  -0.39138519D+01   0.00000000D+00
5  -0.24597438D-01   0.00000000D+00
6   0.14816573D-01   0.00000000D+00
7   0.29765634D+01   0.00000000D+00

```

入力 1.0 のステップ応答定常値= 0.8232E-01

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

POLES(9), 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 [ 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  -0.88541169D+00  -0.76986471D+00 [ 0.7546E+00, 0.1173E+01]
6  -0.88541169D+00   0.76986471D+00  周期 P(sec)= 0.8161E+01
7  -0.79808458D+00   0.00000000D+00
8  -0.11068734D-01  -0.11805121D+00 [ 0.9335E-01, 0.1186E+00]
9  -0.11068734D-01   0.11805121D+00  周期 P(sec)= 0.5322E+02

```

ZEROS(7), II/JJ= 1/ 4, G= 0.3652D+02

```

N      REAL      IMAG
1  -0.34999999D+02  -0.35707143D+02 [ 0.7000E+00, 0.5000E+02]
2  -0.34999999D+02   0.35707143D+02
3  -0.82057455D+00  -0.58293086D+00 [ 0.8152E+00, 0.1007E+01]
4  -0.82057455D+00   0.58293086D+00
5  -0.38780358D-01   0.00000000D+00
6   0.31624973D-02   0.00000000D+00
7   0.64727576D+03   0.00000000D+00

```

入力 1.0 のステップ応答定常値= 0.7606E-01

```

-----
          周波数          ゲイン余裕          位相余裕
          0.03150 (rad/s)          (1) 50.52985 (deg)
          9.55000 (rad/s)          (2) 79.40235 (deg)
          50.00000 (rad/s)  (1) 16.70847 (dB)
-----

```

ゲイン余裕最小値= 16.70847 (dB), 位相余裕最小値= 50.52985 (deg)

★振動極の $\zeta = \sin\lambda$ の角度 $\lambda = 45.00$ (deg)

★伝達関数のゲイン最大値指定なし

★安定余裕指定なし

IMONTE= 1000001 評価関数 J= 1.489144E-01

#####(最適ゲイン探索結果)#####

& (1) 28 行目 0.1253E+01 &

& (2) 29 行目 0.5279E-01 &

& (3) 30 行目 0.1495E+02 &

#####

(注 1) 空中では初期速度が 10kt を超え、かつ、インプットデータで脚下げ指定の場合は脚 DN およびスピードブレーキオープンとしてトリム計算する。

(注 2) 空中では初期速度が 10kt 以下の場合、フラップと連動して、フラップ 5° 以上で脚 DN とする。

(注 3) 滑走中は脚は常に DN、また、スピードブレーキは初期速度が 10kt を超える場合にオープン。

次に、「解析結果の表示」画面で「1」とキーイン/Enterすると、根軌跡の図および極・零点の図を Excel で次のように表示することができる。

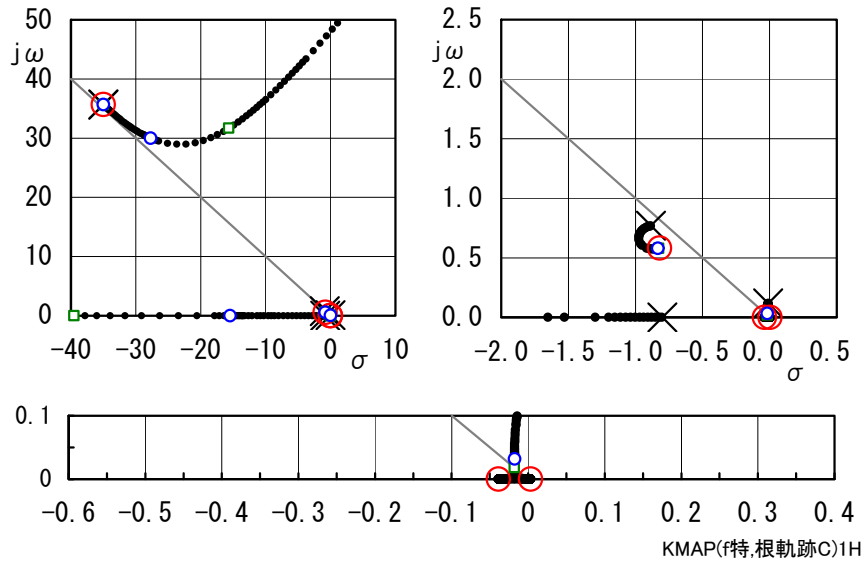


図 2 G コマンド制御 1 の根軌跡

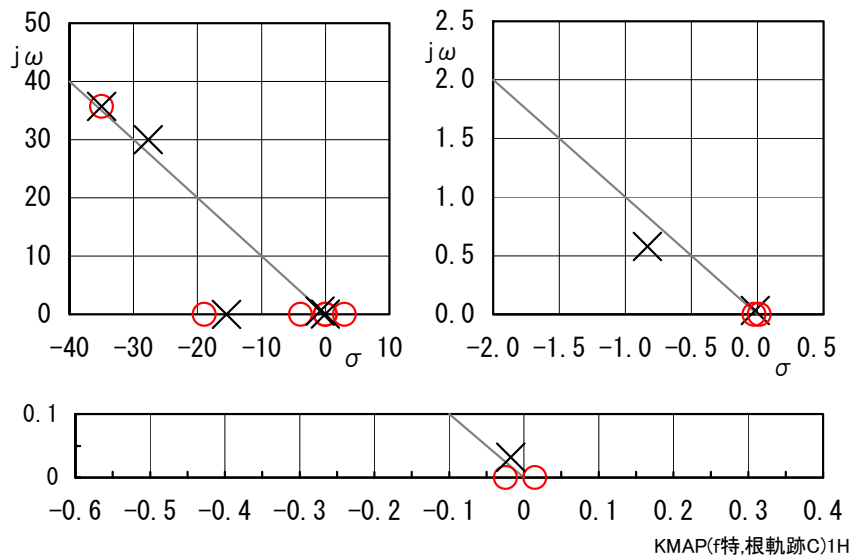


図 3 G コマンド制御 1 の極・零点 ($\Delta Nz/U1$)

次に、「解析結果の表示」画面で「2」とキーイン/Enterすると、シミュレーション図を次のように Excel 表示させることができる。

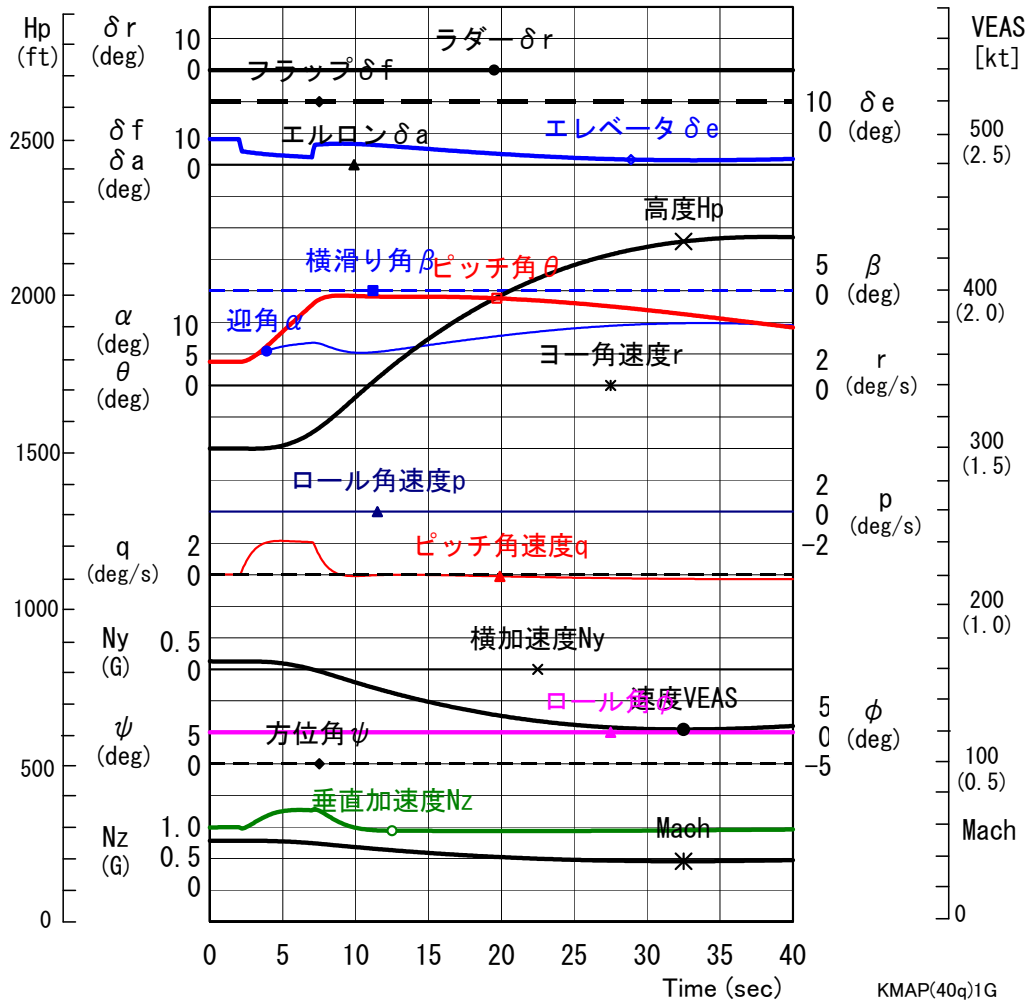


図 4 G コマンド制御 1 のシミュレーション

以上