

## カム・リンク機構の設計

2010/03/16

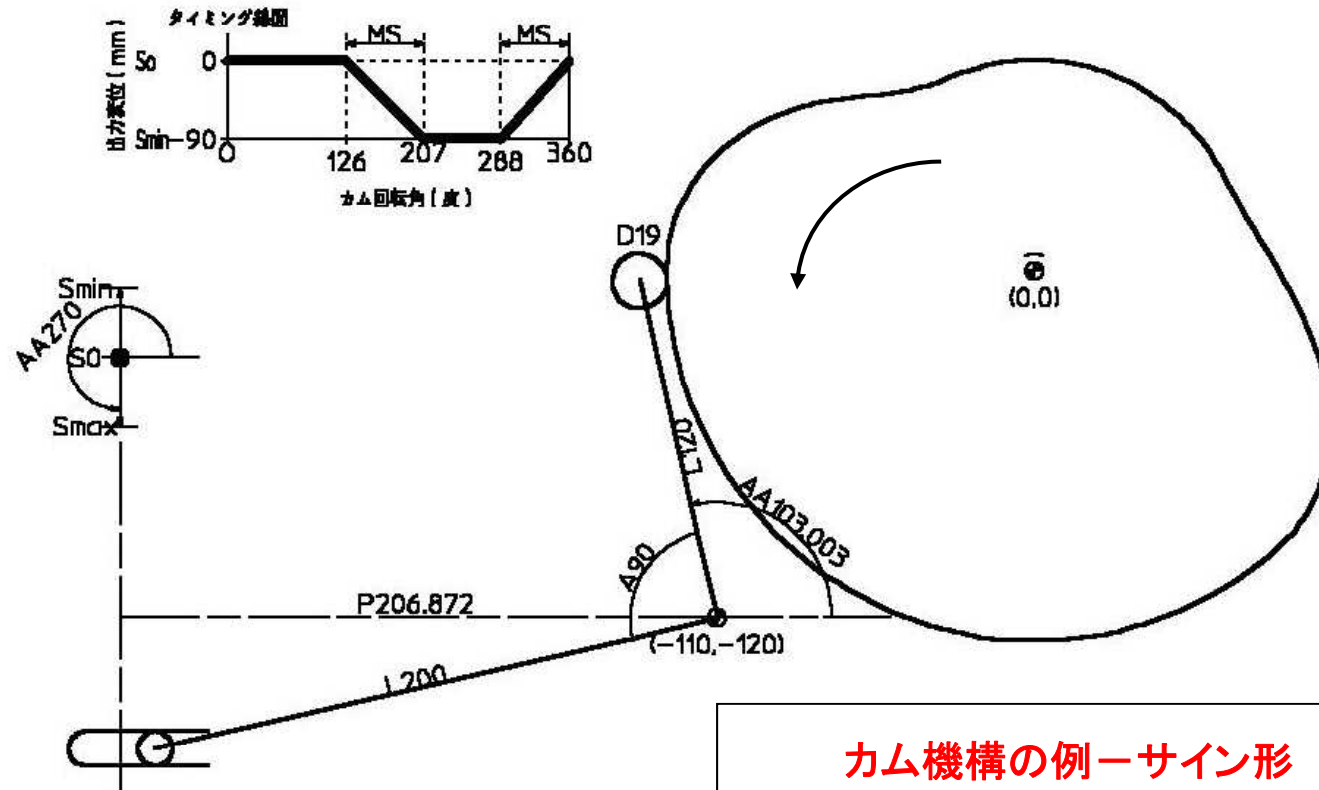
テクファ・ジャパン(株) 香取英男

カム機構は、半導体や電子部品などを高速かつ多量に製造する機械に数多く用いられている重要な機構の一つである。カム機構の設計・製作を正しく行えば、長期間にわたって信頼性の高い性能を発揮できる。そこで、カム機構の設計を進めていく上での、いくつかの留意点を示そう。

## カム・リンク機構とは

カム機構は基本的には、  
カムの回転に対して、  
作業を行わせる位置の要素が、意図した変位、速度、 加速度  
などを満たす運動を得る目的で用いられる。  
このために、カム設計において、その処理を行うには、  
シンセチックな機構解析をベースにした処理がまず必要になる。

# カム機構とは



カム機構の例ーサイン形  
回転板カム  
ローラフォロア

## カム機構における運動速度のレベル

カム機構においては、  
速度はカム（カム軸）の時間あたりの回転数で区分する。  
私見では、つぎのようにレベル分けしている。  
なお、適用分野としては、電子部品を製造する機械である。  
作業の内容としては、  
搬送・穴あけ、フォーミング（カッティング）、曲げなどである。

低速度     300 min<sup>-1</sup> 以下

中速度     300 ~ 800 min<sup>-1</sup>

高速度     800 ~ 2000 min<sup>-1</sup>

超高速度   2000 min<sup>-1</sup> 以上

パイロットデータとしては、3000 min<sup>-1</sup> 付近であろう。

## カム機構の機構学的要件

指定した変位、速度、加速度などによる運動を  
発生させることができる

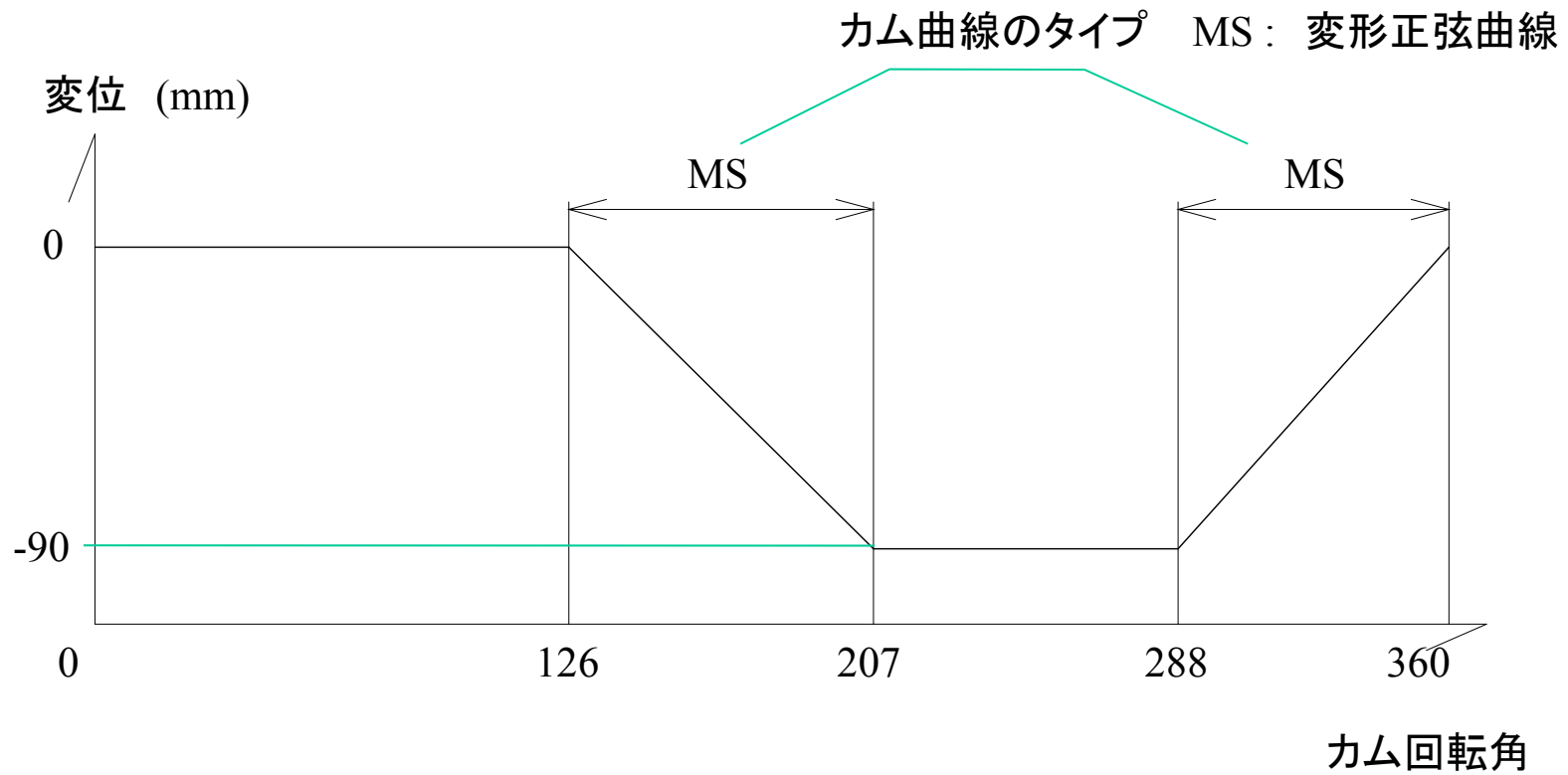
----タイミング線図（カム曲線）

各種の機構構成に対応可能な

----機構形式の定義

が行えることが必要である。

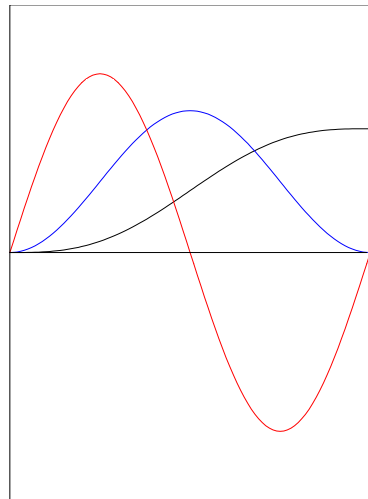
# タイミング線図の例



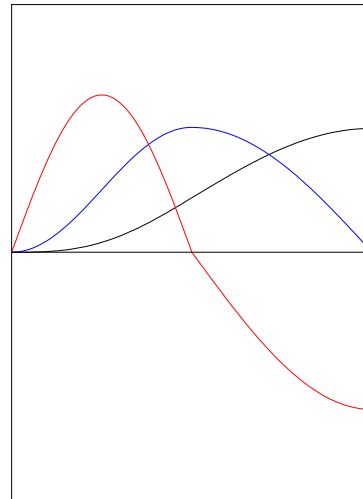
# カム曲線の種類

変位—— 速度—— 加速度——

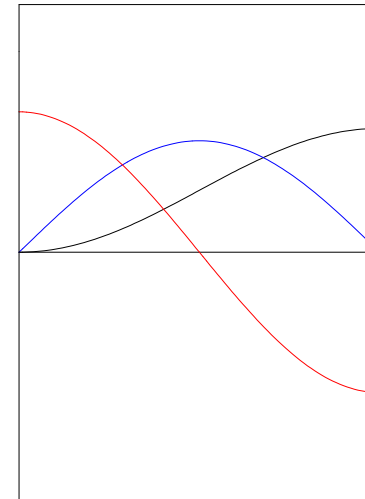
サイクロイド曲線



片停留サイクロイド曲線



単弦曲線



↑  
量  
→ 時間(割付け角)

# 各種のカム曲線—1

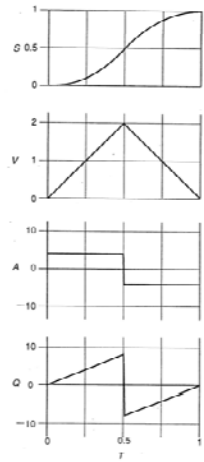


図3 Parabolic curve  
〈等加速度曲線 (曲線番号 11)〉

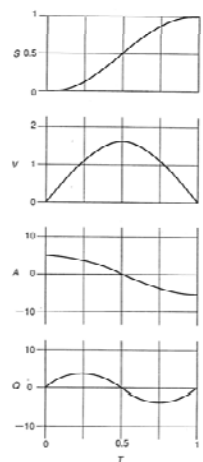


図4 Simple harmonic curve  
〈単弦曲線 (曲線番号 12, 50)〉

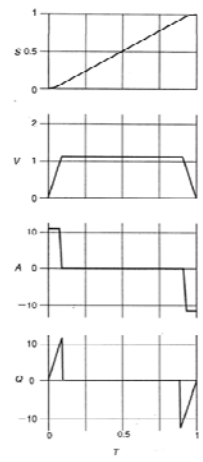


図5 Trapezoidal velocity curve  
〈台形速度曲線 (曲線番号 13)〉

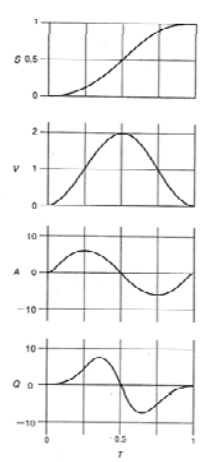


図6 Cycloidal curve  
〈サイクロイド曲線 (曲線番号 22)〉

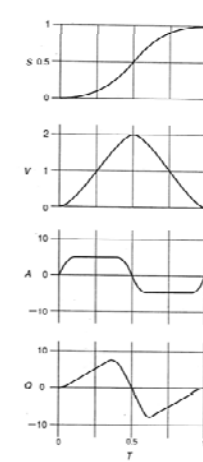


図7 Modified trapezoid curve  
〈変形台形曲線 (曲線番号 26)〉

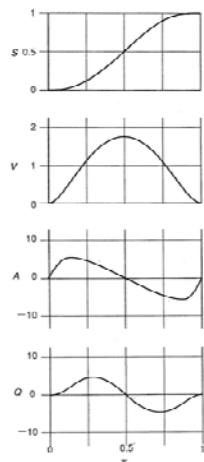


図8 Modified sine curve  
〈変形正弦曲線 (曲線番号 26)〉

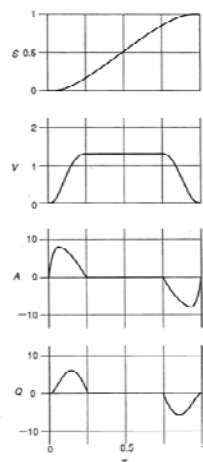


図9 Modified constant velocity curve  
〈変形等速度曲線 (曲線番号 27)〉

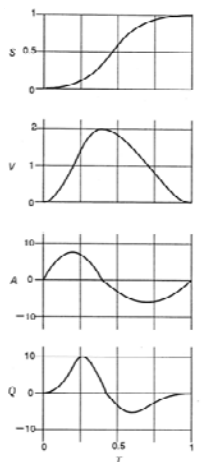


図10 Asymmetrical cycloidal curve  
〈非対称サイクロイド曲線 (曲線番号 33)〉

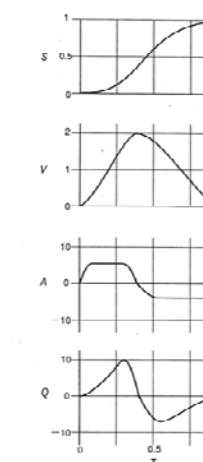


図11 Asymmetrical modified trapezoid curve  
〈非対称変形台形曲線 (曲線番号 34)〉

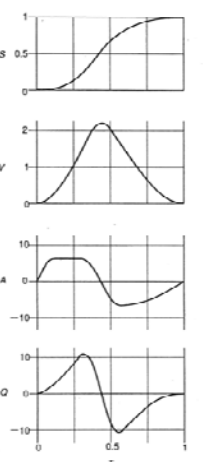


図12 Trapezoid curve  
〈トラペゾイド曲線 (曲線番号 35)〉

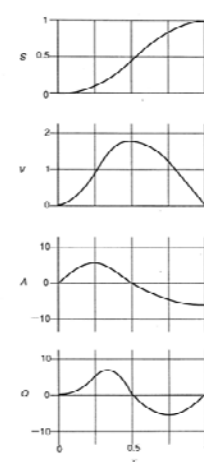


図13 One-dwell cycloidal curve  $m=1$   
〈片停留サイクロイド曲線  $m=1$  (曲線番号 43)〉



# 各種のカム曲線-2

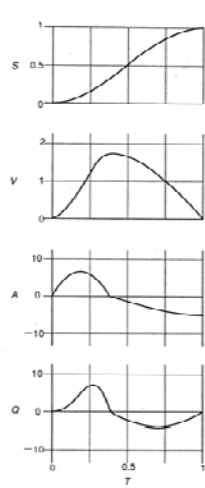


図14 One-dwell cycloidal curve m  
 <片停留サイクロイド曲線  
 m=20 (曲線番号44)>

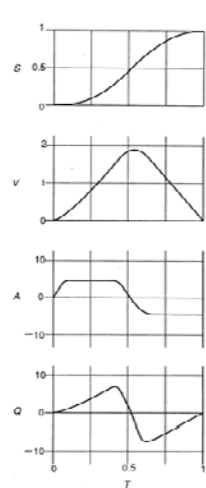


図15 One-dwell modified trapezoid curve m  
 <片停留変形台形曲線 m=1 (曲線番号  
 45)>

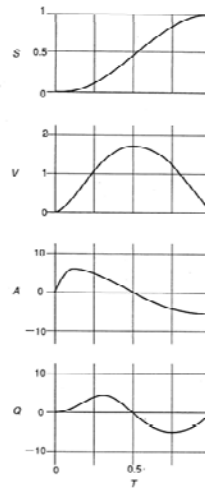


図16 One-dwell modified sine curve  
 <片停留変形正弦曲線 (曲線番号  
 48)>

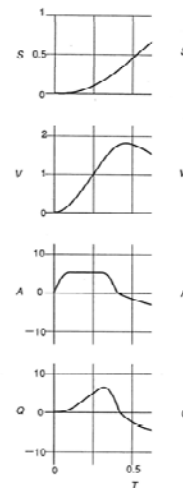


図17 One-dwell trapezoid  
 <片停留トラペクロ  
 (曲線番号49)>

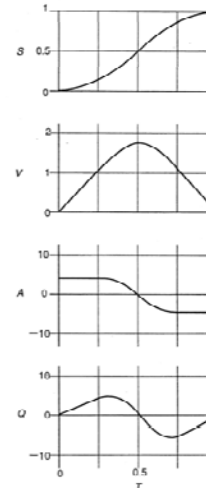


図18 No-dwell modified trapezoid curve  
 <無停留変形台形曲線 (曲線番号  
 51)>

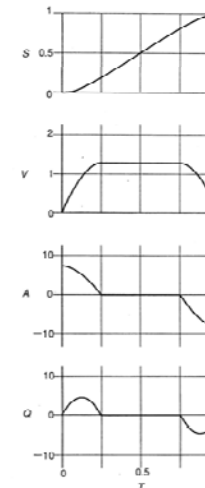


図19 No-dwell modified constant velocity curve  
 <無停留変形等速度曲線 (曲線番号52)>

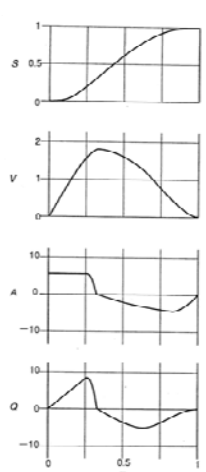


図20 NC 2 curve  
 <NC 2 曲線 (曲線番号 92)>

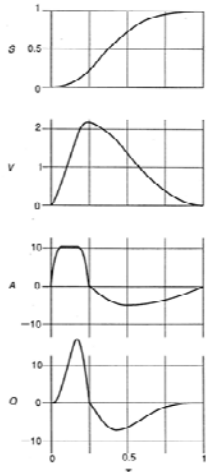


図21 Universal curve  
 <ユニバーサルカム曲線 (曲線番号99) 例1>

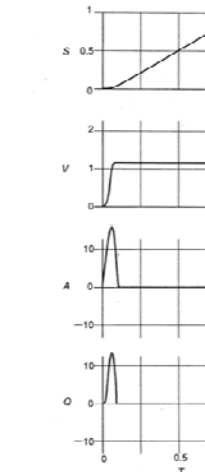


図22 Universal curve  
 <ユニバーサルカム曲線 (曲線番号99) 例2>

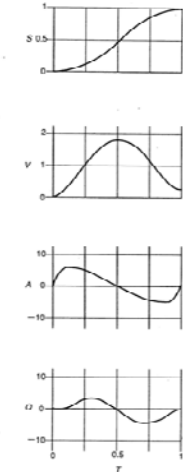


図23 General universal curve  
 <一般ユニバーサルカム曲線  
 (曲線番号100) 例3>

表5 例3の曲線  
 の特性値

General universal curve	
T1=	0.000000
T2=	1.000000
V1=	0.000000
V2=	0.300000
S1=	0.000000
S2=	1.000000
T1=	0.125000
T2=	0.125000
T1=	0.500000
T2=	0.500000
T1=	0.875000
T2=	0.875000
V1=	1.845663
A1=	5.170002
-A2=	-4.227325
Q1=	-4.772820

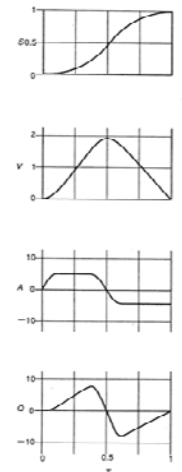


図24 General universal curve  
 <一般ユニバーサルカム曲線  
 (曲線番号100) 例4>

表6 例4の曲線  
 の特性値

General universal curve	
T1=	0.000000
T2=	80.000000
V1=	0.000000
V2=	0.000000
S1=	42.000000
S2=	76.000000
T1=	10.000000
T2=	30.000000
T1=	40.000000
T2=	40.000000
T1=	60.000000
T2=	80.000000
V1=	0.718769
A1=	0.021969
-A2=	-0.019765
Q1=	-0.019091

## カム曲線の特性値

表1 カム曲線の特性値 (ユニバーサルカム曲線)

曲線番号	曲線名称	記号	$V_c$	$A_c$	$J_c$	$Q_c$
11	等加速度	PB	2.000	$\pm 4.000$	$\pm \infty$	8.000
12	単弦		1.571	$\pm 4.935$	$\begin{matrix} -\infty \\ -15.50 \end{matrix}$	3.876
22	サイクロイド	CY	2.000	$\pm 6.283$	$\pm 39.48$	8.162
25	変形台形	MT	2.000	$\pm 4.888$	$\pm 61.43$	8.090
26	変形正弦	MS	1.760	$\pm 5.528$	$\begin{matrix} +69.47 \\ -23.16 \end{matrix}$	5.458
27	変形等速度	MCV	1.275	$\pm 8.013$	$\begin{matrix} +201.38 \\ -67.13 \end{matrix}$	5.733
33	非対称サイクロイド		2.000	$\begin{matrix} +7.854 \\ -5.236 \end{matrix}$	$\pm 61.69$	10.203
34	非対称変形台形		2.000	$\begin{matrix} +6.110 \\ -4.073 \end{matrix}$	$\pm 95.98$	10.112
35	トラペクロイド	TRP	2.182	$\pm 6.170$	$\pm 77.54$	10.837
43	片停留サイクロイド $m=1$		1.760	$\pm 5.528$	$\pm 34.73$	6.318
44	片停留サイクロイド $m=2/3$		1.718	$\begin{matrix} +6.748 \\ -4.498 \end{matrix}$	$\pm 53.00$	7.531
45	片停留変形台形 $m=1$		1.917	$\pm 4.439$	$\pm 55.78$	7.108
46	片停留変形台形ファーガソン		1.917	$\begin{matrix} +4.685 \\ -4.216 \end{matrix}$	$\pm 58.87$	7.430
47	片停留変形台形 $m=2/3$		1.943	$\begin{matrix} +5.525 \\ -3.684 \end{matrix}$	$\pm 69.44$	8.630
48	片停留変形正弦		1.660	$\pm 5.215$	$\begin{matrix} +65.33 \\ -21.84 \end{matrix}$	4.856
49	片停留トラペクロイド		1.736	$\pm 4.910$	$\pm 61.70$	6.862
51	無停留変形台形		1.718	$\pm 4.199$	$\pm 26.38$	5.070
52	無停留変形等速度		1.222	$\pm 7.678$	$\pm 48.24$	4.692
92	NC2		1.786	$\begin{matrix} +5.832 \\ -4.207 \end{matrix}$	$\begin{matrix} +\infty \\ -111.07 \end{matrix}$	8.865

## カム曲線 — サイクロイド曲線

A サイクロイド曲線 (CY)

区間 ( $0 \leq T \leq 1$ )

$$S = T - \frac{1}{2\pi} \sin 2\pi T$$

$$V = 1 - \cos 2\pi T$$

$$A = 2\pi \sin 2\pi T$$

## カム曲線 — 変形台形曲線

## B 変形台形曲線 (MT)

定数

$$T_1 = \frac{1}{8}, \quad T_2 = \frac{3}{8}, \quad T_3 = \frac{5}{8}, \quad T_4 = \frac{7}{8}$$

$$A_m = \frac{8\pi}{\pi+2}$$

$$V_1 = V_4 = \frac{2T_1}{\pi} A_m$$

$$V_2 = V_3 = A_m(T_2 - T_1) + V_1$$

$$S_1 = \frac{2T_1^2}{\pi} A_m \left(1 - \frac{2}{\pi}\right)$$

$$S_2 = \frac{A_m}{2}(T_2 - T_1)^2 + V_1(T_2 - T_1) + S_1$$

$$S_3 = 1 - S_2$$

$$S_4 = 1 - S_1$$

区間 I ( $0 \leq T \leq T_1$ )

$$S = \frac{2T_1}{\pi} A_m \left\{ T - \frac{2T_1}{\pi} \sin \frac{\pi T}{2T_1} \right\}$$

$$V = \frac{2T_1}{\pi} A_m \left\{ 1 - \cos \frac{\pi T}{2T_1} \right\}$$

$$A = A_m \sin \frac{\pi T}{2T_1}$$

区間 II ( $T_1 \leq T \leq T_2$ )

$$S = \frac{A_m}{2}(T - T_1)^2 + V_1(T - T_1) + S_1$$

$$V = A_m(T - T_1) + V_1$$

$$A = A_m$$

区間 III ( $T_2 \leq T \leq T_3$ )

$$S = \frac{(T_3 - T_2)^2}{\pi^2} A_m \left\{ 1 - \cos \frac{\pi(T - T_2)}{(T_3 - T_2)} \right\} + V_2(T - T_2) + S_2$$

$$V = \frac{(T_3 - T_2)}{\pi} A_m \sin \frac{\pi(T - T_2)}{(T_3 - T_2)} + V_2$$

$$A = A_m \cos \frac{\pi(T - T_2)}{(T_3 - T_2)}$$

区間 IV ( $T_3 \leq T \leq T_4$ )

$$S = \frac{A_m}{2}(T - T_3)^2 + V_3(T - T_3) + S_3$$

$$V = -A_m(T - T_3) + V_3$$

$$A = -A_m$$

区間 V ( $T_4 \leq T \leq 1$ )

$$S = \frac{4(1 - T_4)^2}{\pi^2} A_m \left\{ -1 + \cos \frac{\pi(T - T_4)}{2(1 - T_4)} \right\} + V_4(T - T_4) + S_4$$

$$V = -\frac{2(1 - T_4)}{\pi} A_m \sin \frac{\pi(T - T_4)}{2(1 - T_4)} + V_4$$

$$A = -A_m \cos \frac{\pi(T - T_4)}{2(1 - T_4)}$$

## カム曲線 — 変形正弦曲線

## C 変形正弦曲線 (MS)

定数

$$T_1 = \frac{1}{8}, \quad T_2 = 1 - T_1$$

$$A_m = \frac{4\pi^2}{\pi+4}$$

$$V_1 = V_2 = \frac{2T_1}{\pi} A_m$$

$$S_1 = \frac{2T_1}{\pi} A_m \left( T_1 - \frac{2T_1}{\pi} \right)$$

$$S_2 = 1 - S_1$$

区間 I ( $0 \leq T \leq T_1$ )

$$S = \frac{2T_1}{\pi} A_m \left\{ T - \frac{2T_1}{\pi} \sin \frac{\pi T}{2T_1} \right\}$$

$$V = \frac{2T_1}{\pi} A_m \left\{ 1 - \cos \frac{\pi T}{2T_1} \right\}$$

$$A = A_m \sin \frac{\pi T}{2T_1}$$

区間 II ( $T_1 \leq T \leq T_2$ )

$$S = \frac{(T_2 - T_1)^2}{\pi^2} A_m \left\{ 1 - \cos \frac{\pi(T - T_1)}{(T_2 - T_1)} \right\} + V_1(T - T_1) + S_1$$

$$V = \frac{(T_2 - T_1)}{\pi} A_m \sin \frac{\pi(T - T_1)}{(T_2 - T_1)} + V_1$$

$$A = A_m \cos \frac{\pi(T - T_1)}{(T_2 - T_1)}$$

区間 III ( $T_2 \leq T \leq 1$ )

$$S = \frac{4(1 - T_2)^2}{\pi^2} A_m \left\{ -1 + \cos \frac{\pi(T - T_2)}{2(1 - T_2)} \right\} + V_2(T - T_2) + S_2$$

$$V = -\frac{2(1 - T_2)}{\pi} A_m \sin \frac{\pi(T - T_2)}{2(1 - T_2)} + V_2$$

$$A = -A_m \cos \frac{\pi(T - T_2)}{2(1 - T_2)}$$

## 力ム曲線 — 変形等速度曲線

変形等速度曲線 (MCV)

定数

$$T_1 = \frac{1}{16}, T_2 = \frac{1}{4}, T_3 = \frac{3}{4}, T_4 = \frac{15}{16}$$

$$A_m = \frac{16\pi^2}{5\pi+4}$$

$$V_1 = V_4 = \frac{2T_1}{\pi} A_m, V_2 = V_3 = \frac{2}{\pi} (T_2 - T_1) A_m + V_1$$

$$S_1 = \frac{2T_1^2}{\pi} A_m \left(1 - \frac{2}{\pi}\right)$$

$$S_2 = \frac{4}{\pi^2} (T_2 - T_1)^2 A_m + V_1 (T_2 - T_1) + S_1$$

$$S_3 = 1 - S_2$$

$$S_4 = 1 - S_1$$

区間 I ( $0 \leq T \leq T_1$ )

$$S = \frac{2T_1}{\pi} A_m \left( T - \frac{2T_1}{\pi} \sin \frac{\pi T}{2T_1} \right)$$

$$V = \frac{2T_1}{\pi} A_m \left( 1 - \cos \frac{\pi T}{2T_1} \right)$$

$$A = A_m \sin \frac{\pi T}{2T_1}$$

区間 II ( $T_1 \leq T \leq T_2$ )

$$S = \frac{4(T_2 - T_1)^2}{\pi^2} A_m \left\{ 1 - \cos \frac{\pi(T - T_1)}{2(T_2 - T_1)} \right\} + V_1 (T - T_1) + S_1$$

$$V = \frac{2(T_2 - T_1)}{\pi} A_m \sin \frac{\pi(T - T_1)}{2(T_2 - T_1)} + V_1$$

$$A = A_m \cos \frac{\pi(T - T_1)}{2(T_2 - T_1)}$$

区間 III ( $T_2 \leq T \leq T_3$ )

$$S = V_2 (T - T_2) + S_2$$

$$V = V_2$$

$$A = 0$$

区間 IV ( $T_3 \leq T \leq T_4$ )

$$S = \frac{2(T_4 - T_3)}{\pi} A_m \left\{ \frac{2(T_4 - T_3)}{\pi} \sin \frac{\pi(T - T_3)}{2(T_4 - T_3)} - (T - T_3) \right\} + V_3 (T - T_3) + S_3$$

$$V = \frac{2(T_4 - T_3)}{\pi} A_m \cos \frac{\pi(T - T_3)}{2(T_4 - T_3)} - A_m \frac{2(T_4 - T_3)}{\pi} + V_3$$

$$A = -A_m \sin \frac{\pi(T - T_3)}{2(T_4 - T_3)}$$

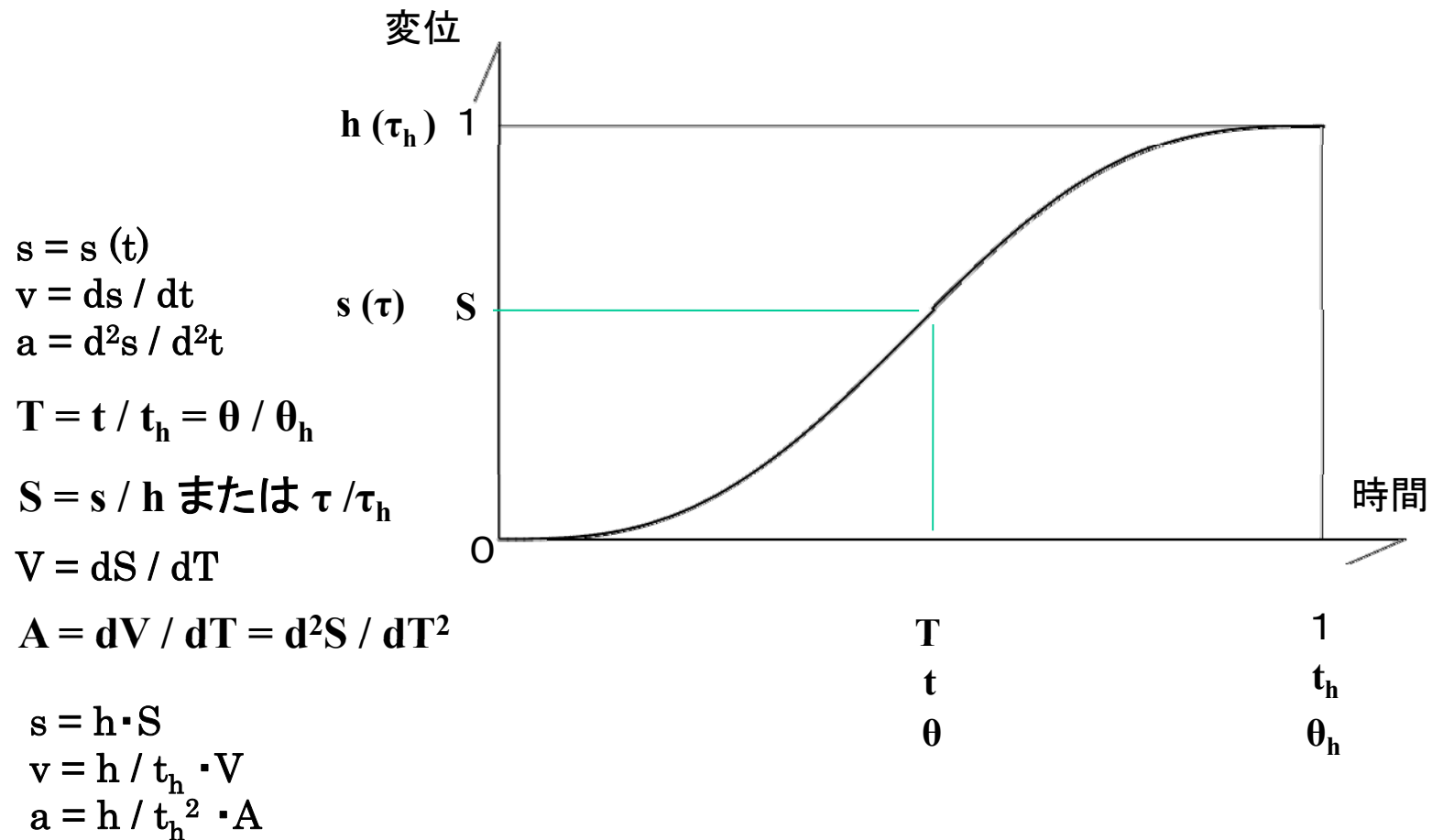
区間 V ( $T_4 \leq T \leq 1$ )

$$S = \frac{4(1 - T_4)^2}{\pi^2} A_m \left\{ -1 + \cos \frac{\pi(T - T_4)}{2(1 - T_4)} \right\} + V_4 (T - T_4) + S_4$$

$$V = -\frac{2(1 - T_4)}{\pi} A_m \sin \frac{\pi(T - T_4)}{2(1 - T_4)} + V_4$$

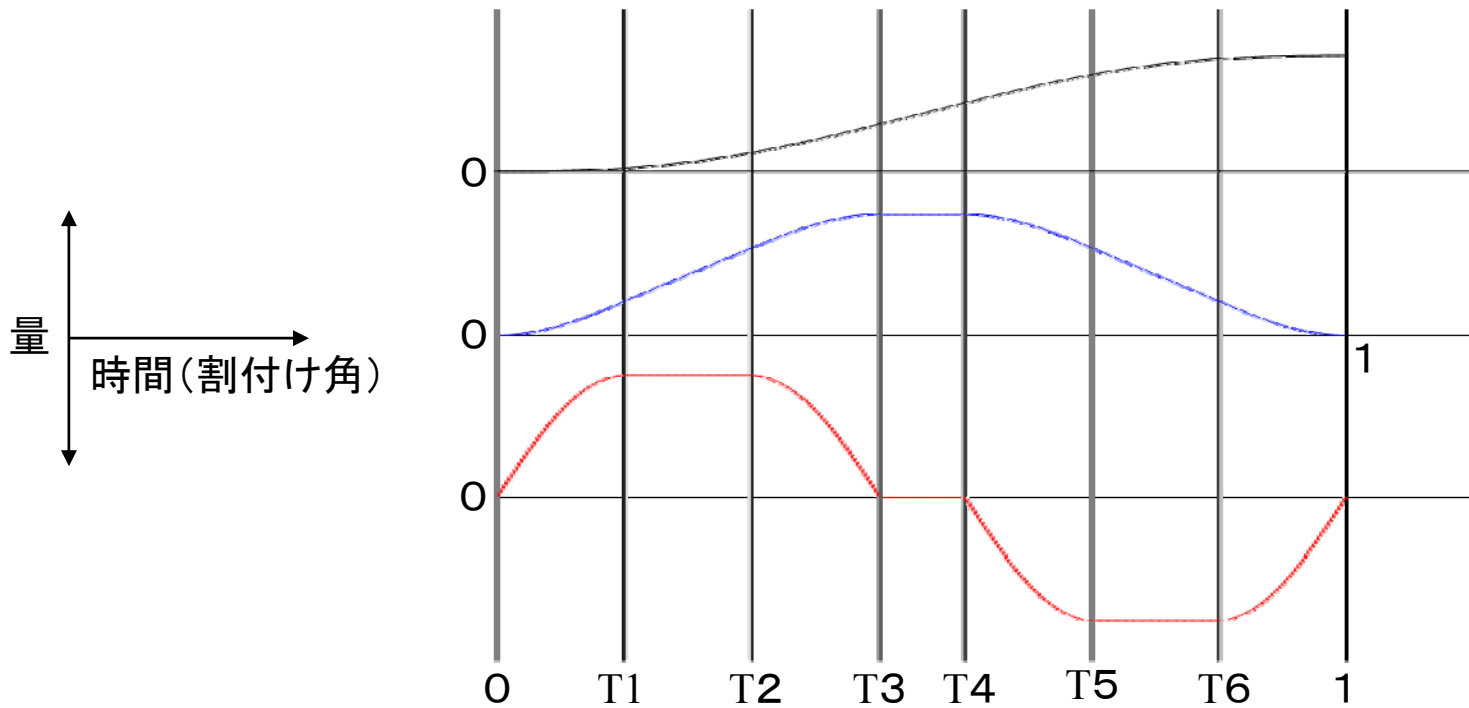
$$A = -A_m \cos \frac{\pi(T - T_4)}{2(1 - T_4)}$$

## カム曲線における実次元単位と無次元単位の関係



# カム曲線の一般形—ユニバーサル曲線

変位—— 速度—— 加速度——





## カム曲線の特性値

表2 標準曲線のパラメータ

曲線番号	曲線名称	$T_1$	$T_2$	$T_3$	$T_4$	$T_5$	$T_6$
11	等加速度	0	0.5	0.5	0.5	0.5	1
12	単弦	0	0	0.5	0.5	1	1
22	サイクロイド	0.25	0.25	0.5	0.5	0.75	0.75
25	変形台形	0.125	0.375	0.5	0.5	0.625	0.875
26	変形正弦	0.125	0.125	0.5	0.5	0.875	0.875
27	変形等速度	0.0625	0.0625	0.25	0.75	0.9375	0.9375
33	非対称サイクロイド	0.2	0.2	0.4	0.4	0.7	0.7
34	非対称変形台形	0.1	0.3	0.4	0.4	0.55	0.85
35	トラペクトロイド	0.125	$A^{*1}$	$A+0.125$	$A+0.125$	$A+0.25$	$A+0.25$
43	片停留サイクロイド $m=1$	0.25	0.25	0.5	0.5	1	1
44	片停留サイクロイド $m=2/3$	0.2	0.2	0.4	0.4	1	1
45	片停留変形台形 $m=1$	0.125	$B^{*2}$	$B+0.125$	$B+0.125$	$B+0.25$	1
46	片停留変形台形ファーガソン	0.125	0.375	0.5	0.5	0.675	1
47	片停留変形台形 $m=2/3$	0.125	$C^{*3}$	$C+0.125$	$C+0.125$	$C+5/24$	1
48	片停留変形正弦	0.125	0.125	0.5	0.5	1	1
49	片停留トラペクトロイド	0.125	$D^{*4}$	$D+0.125$	$D+0.125$	1	1
51	無停留変形台形	0	0.25	0.5	0.5	0.75	1
52	無停留変形等速度	0	0	0.25	0.75	1	1
92	NC2曲線	0	0.25	1/3	1/3	5/6	5/6

\*1)  $A = (1.25 + 0.125\pi) / (2\pi)$ \*2)  $B = 7/16 - 0.125/\pi$ \*3)  $C = 0.6 \times (1 - 7/(18\pi)) - 5/24$ \*4)  $D = (10 + \pi) / (16 + 8\pi)$

## カム曲線を選定する際のポイント

変位、速度、加速度に関わる

1. 連続性
2. 対称性
3. 停留性

について、検討すればよい。

## カム曲線の分類 — 対称性

### 対称曲線と非対称曲線

$$\begin{aligned} S &= S(T) \text{ において、} \\ S(1 - T) &= 1 - S(T) \\ V(1 - T) &= V(T) \\ A(1 - T) &= -A(T) \end{aligned}$$

になる曲線を対称曲線といい、  
そうでないものを非対称曲線という。

対称曲線では、  
 $T = 0.5$  において  $S = 0.5$  である。

## カム曲線の分類 — 停留性

- ・両停留曲線

$$T=0 \text{ で } S=0 \quad V=0 \quad A=0$$

$$T=1 \text{ で } S=1 \quad V=0 \quad A=0$$

- ・片停留曲線

$$T=0 \text{ で } S=0 \quad V=0 \quad A=0$$

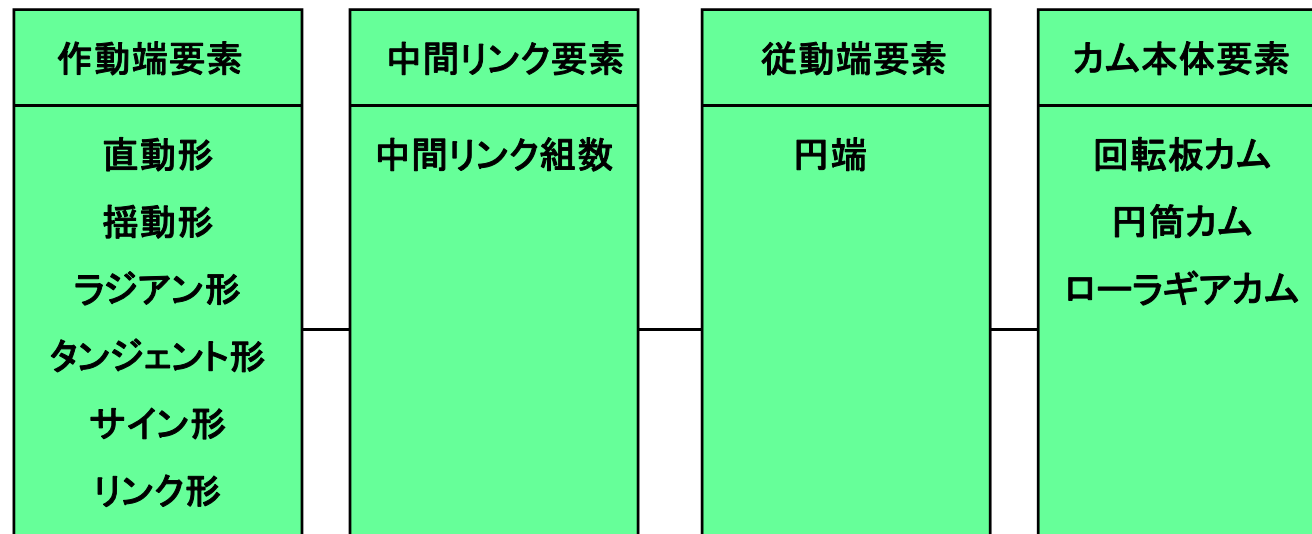
$$T=1 \text{ で } S=1 \quad V=0 \quad A \neq 0$$

- ・無停留曲線

$$T=0 \text{ で } S=0 \quad V=0 \quad A \neq 0$$

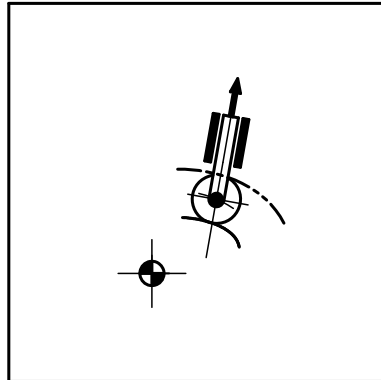
$$T=1 \text{ で } S=1 \quad V=0 \quad A \neq 0$$

## カム機構の構成要素

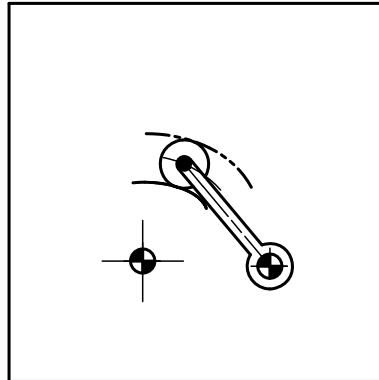


# カム機構の構成要素－作動端

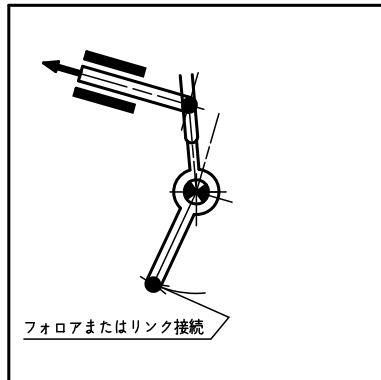
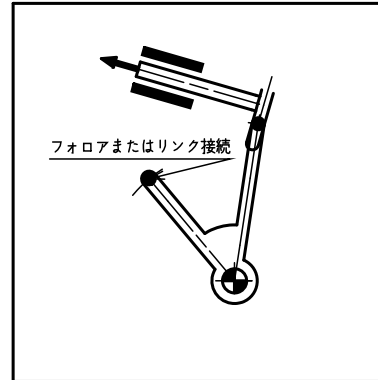
直動形



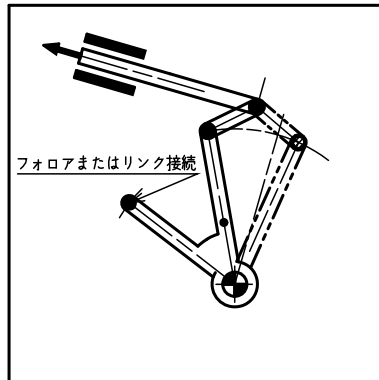
揺動形



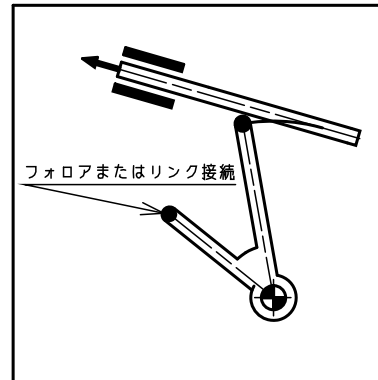
サイン形



タンジェント形

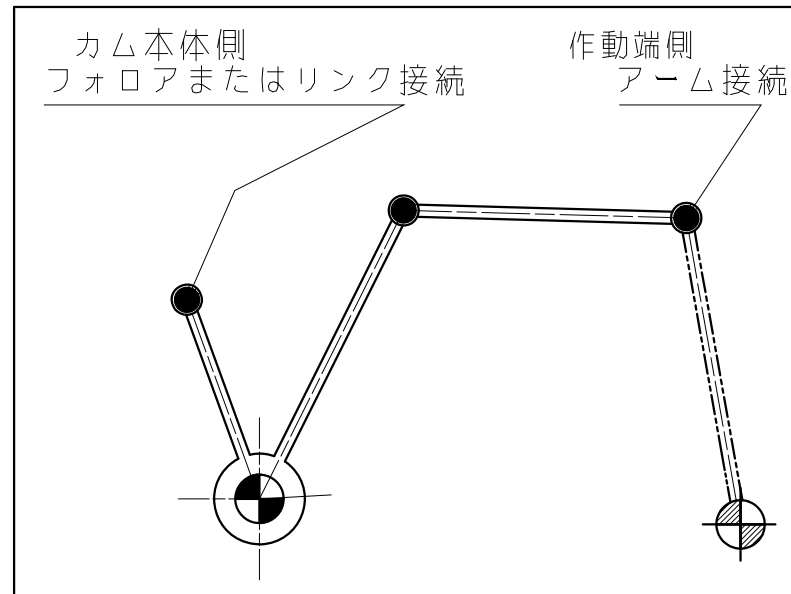


リンク形



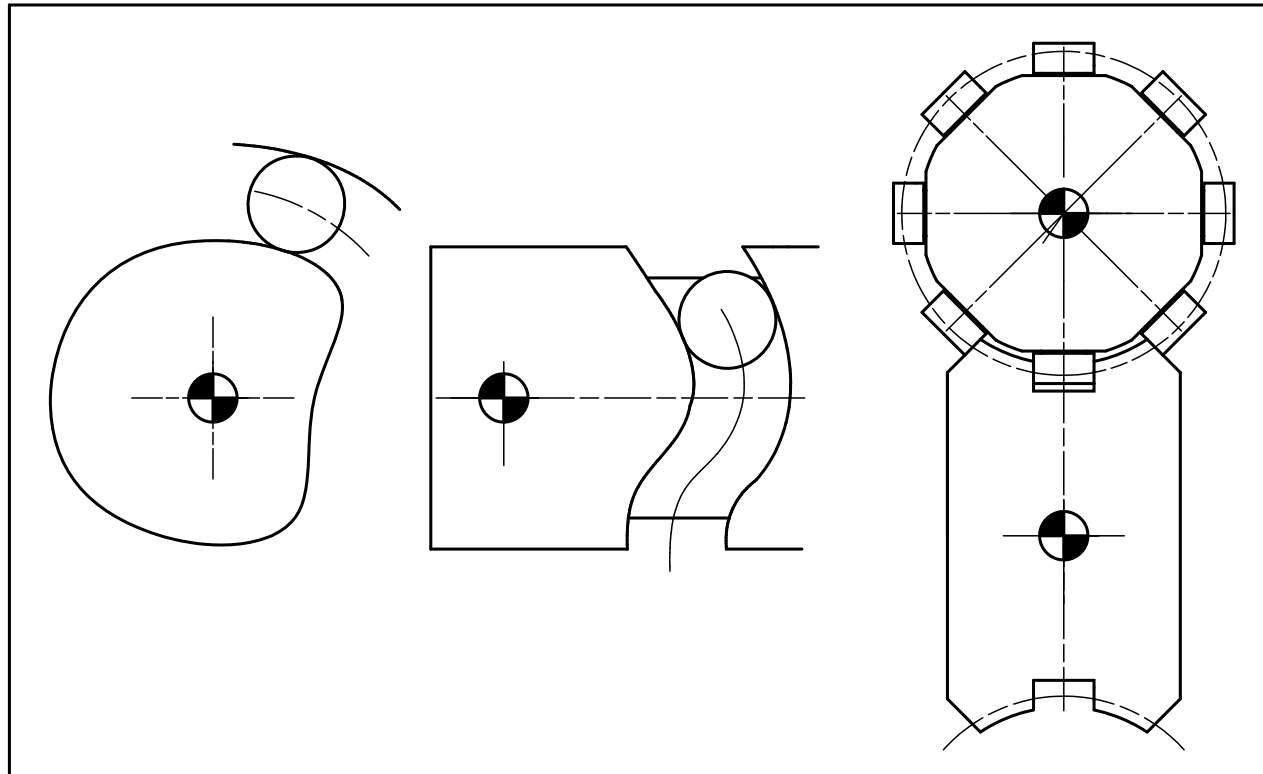
ラジアン形

## カム機構の構成要素－中間リンク



中間リンク(4つ棒リンク)

カム機構の構成要素ーカム本体



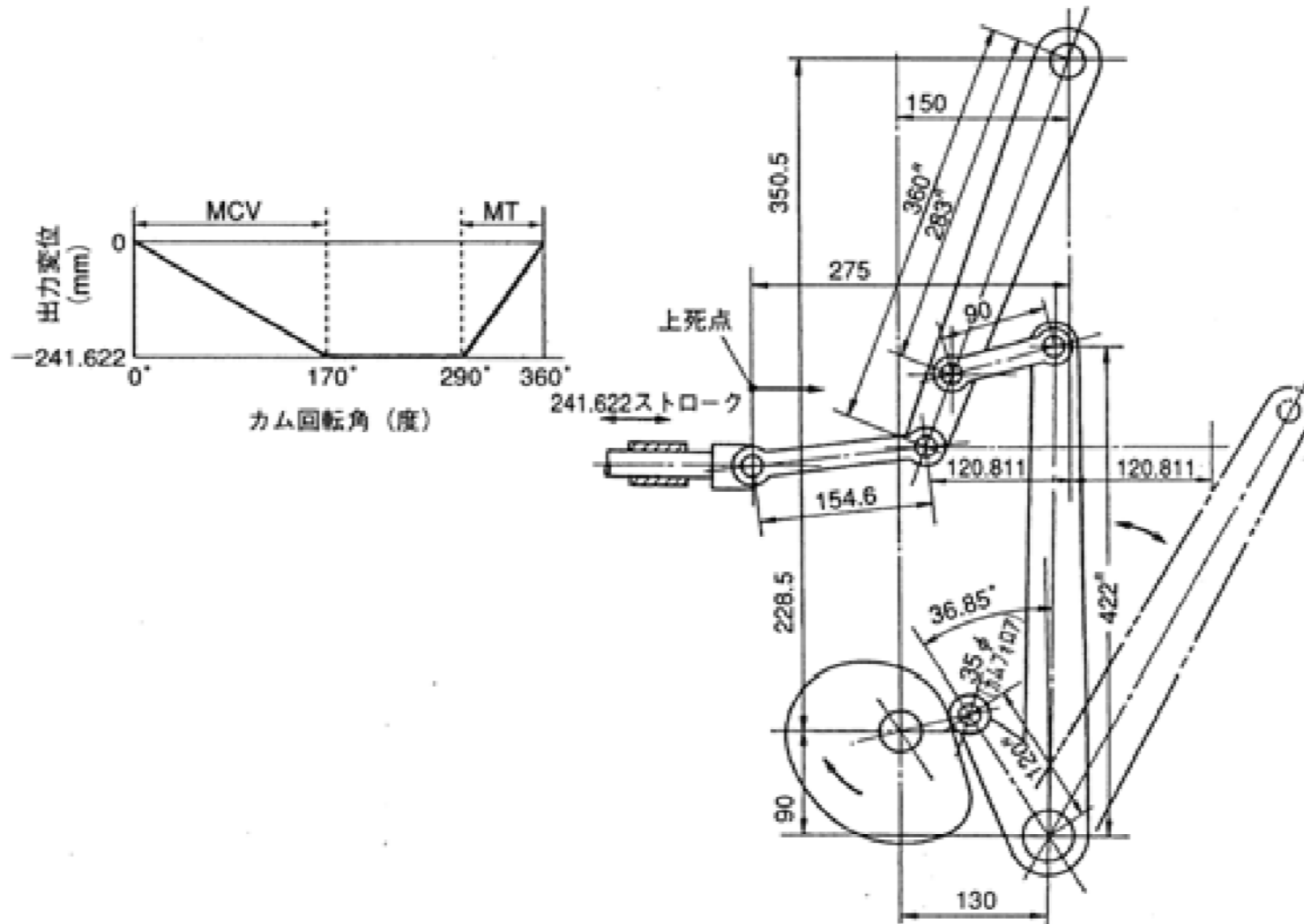
回転板カム

円筒カム

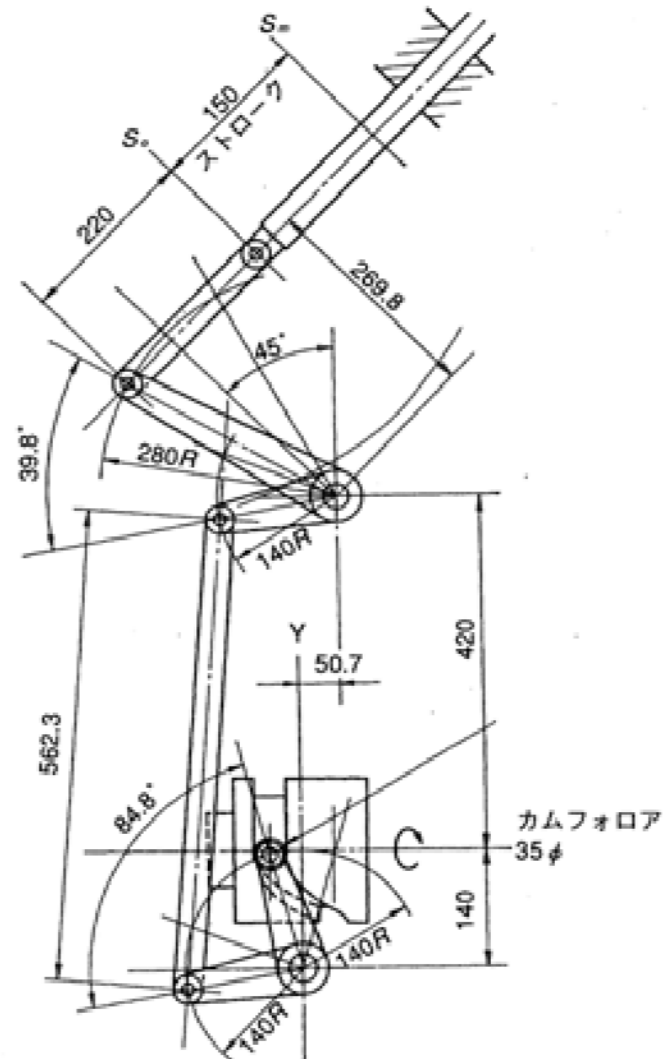
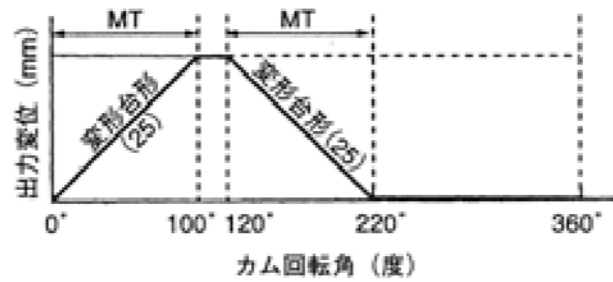
ローラギアカム



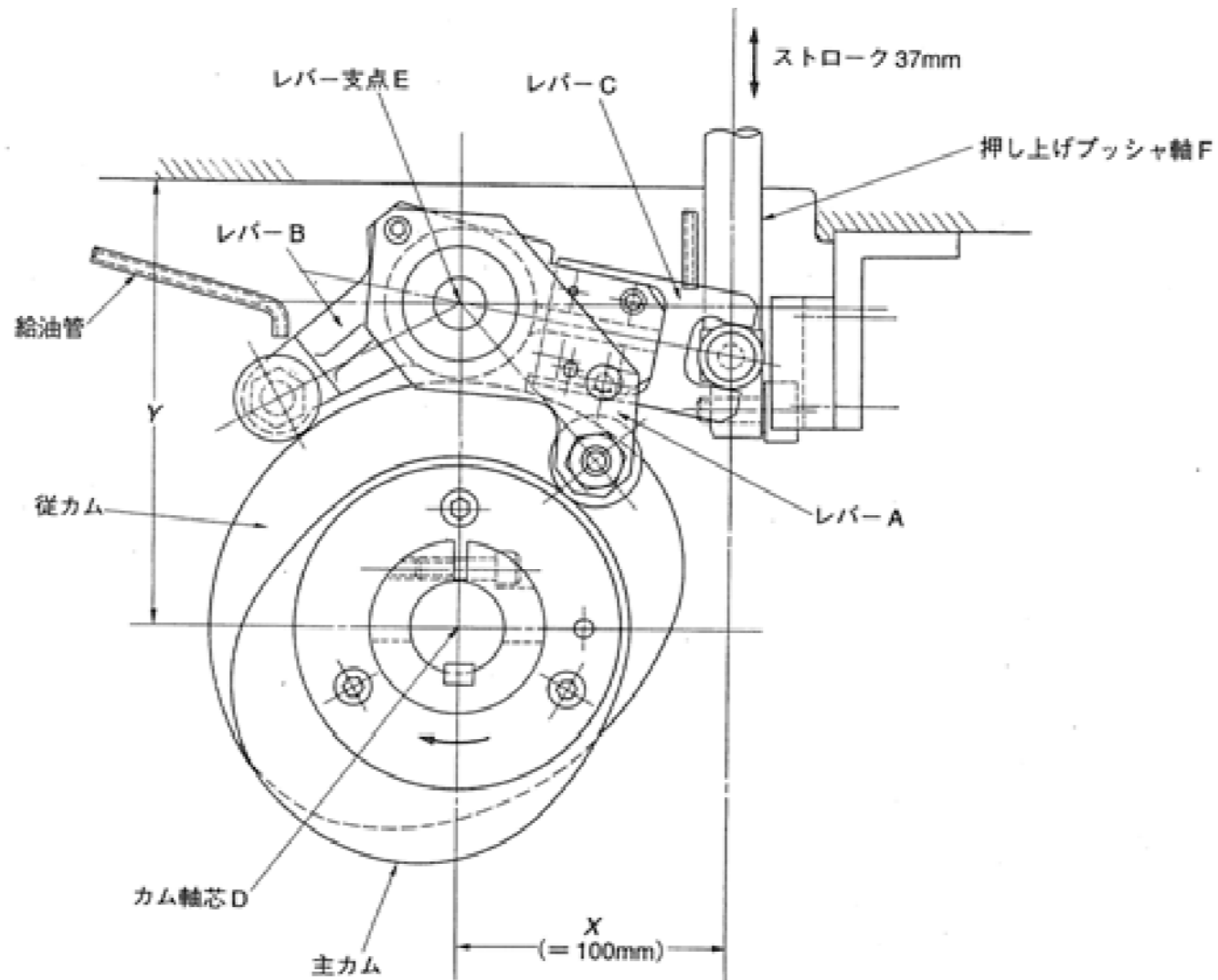
# カム機構の例 - 1



# カム機構の例 - 2

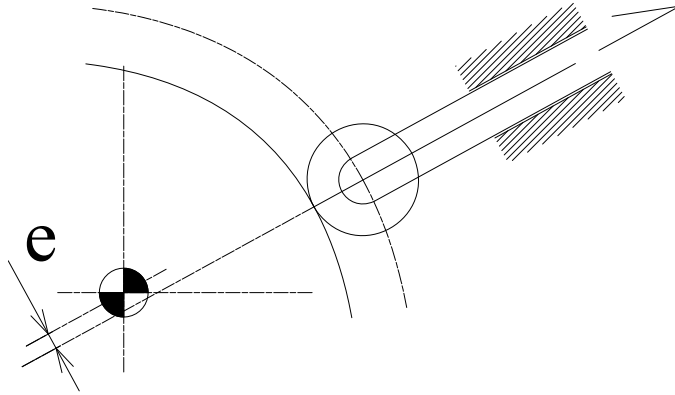


# カム機構の例 - 3

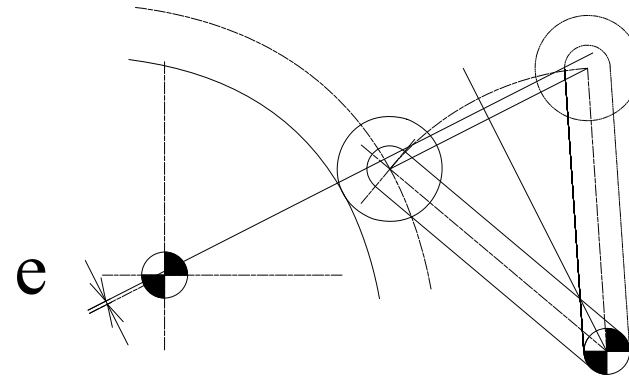


# 機構のレイアウト-1

直動形

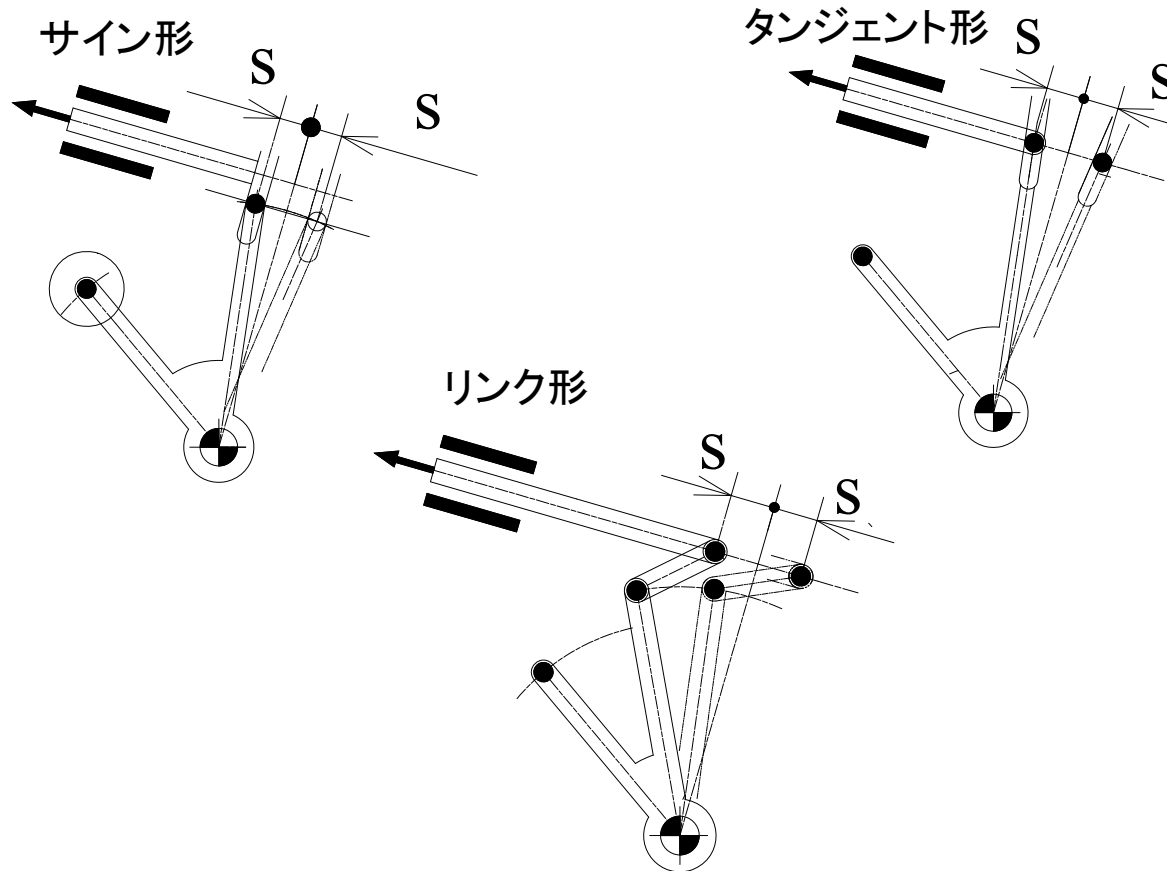


揺動形



e は、なるべく0にしたほうが無難である。

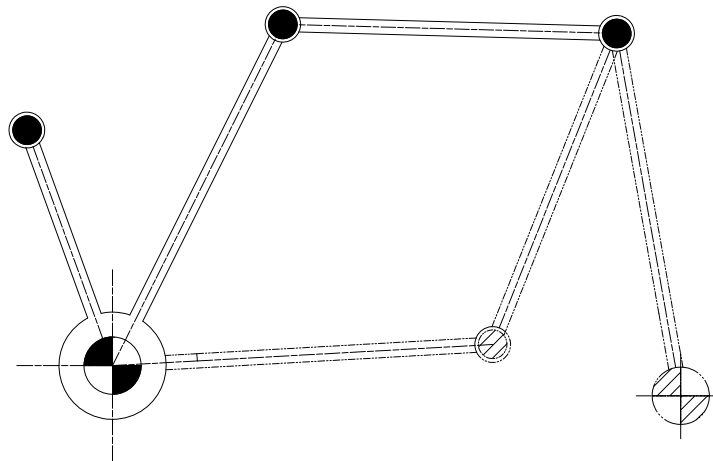
## 機構のレイアウト-2



S は、なるべく同じになるようにしたほうがよい

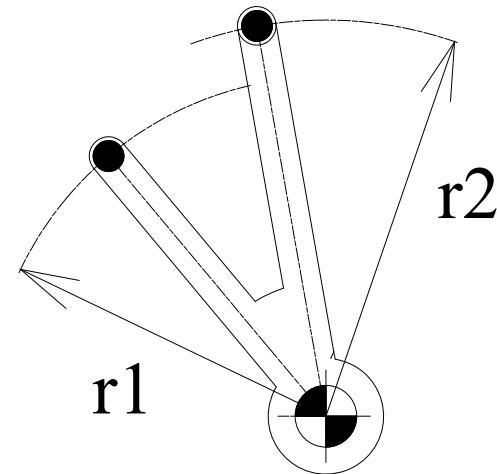
## 機構のレイアウト-3

中間リンク形



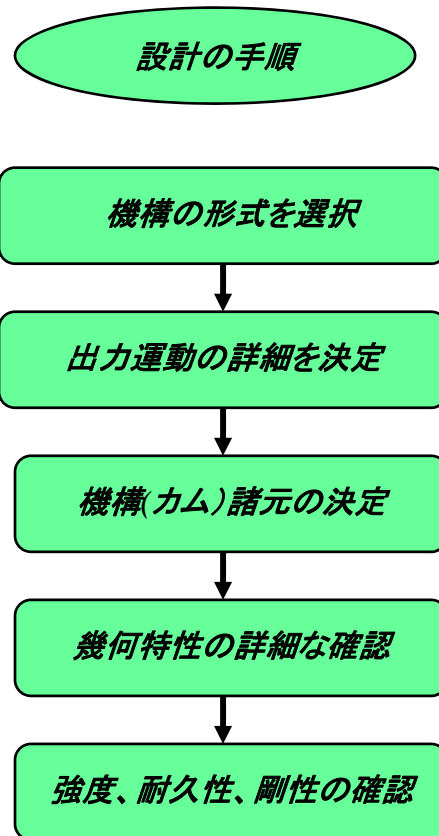
リンクの動作条件が途中で変わらないようにすべきである。

レバー比



$r2 > r1$  のとき、  
 $r2 / r1 \leq 3$  にしたほうが無難である。

## カム設計の手順 — 全体の流れ



# 圧力角 — 直動形

$$\tan \psi = \{ h / (\theta_h r_p) \} \cdot V_m$$

$$r_p: (r_{\min} + r_{\max}) / 2$$

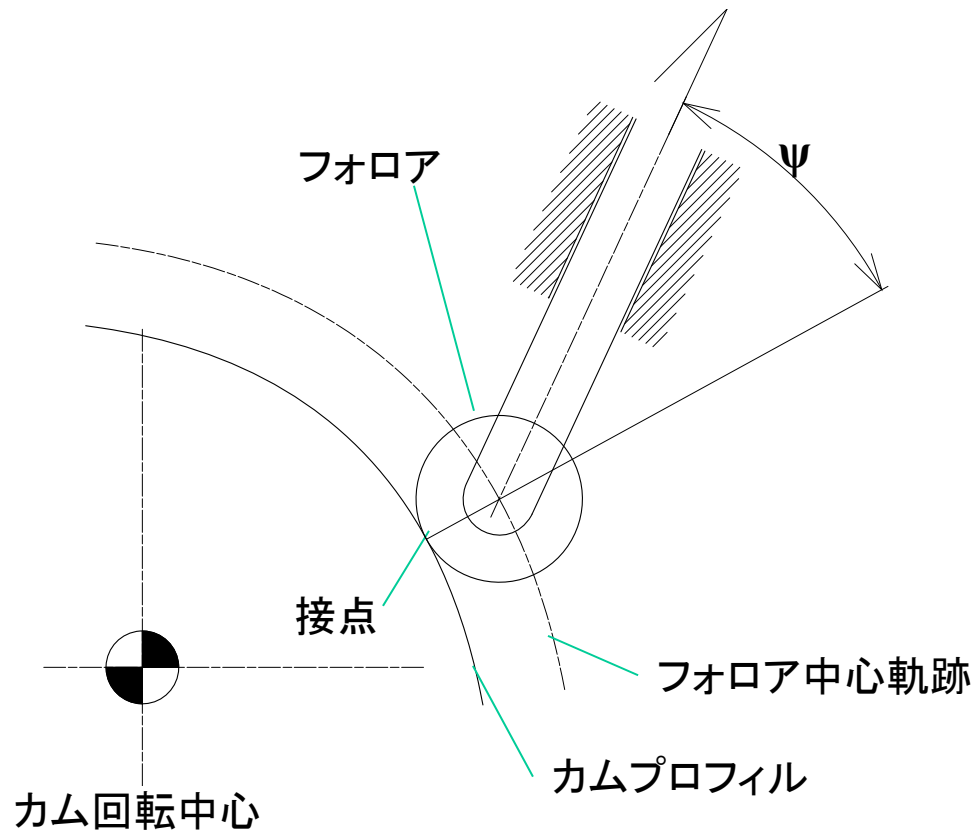
(注: 近似式)

実用的な設計限界は、

$$\psi \leq 30^\circ$$

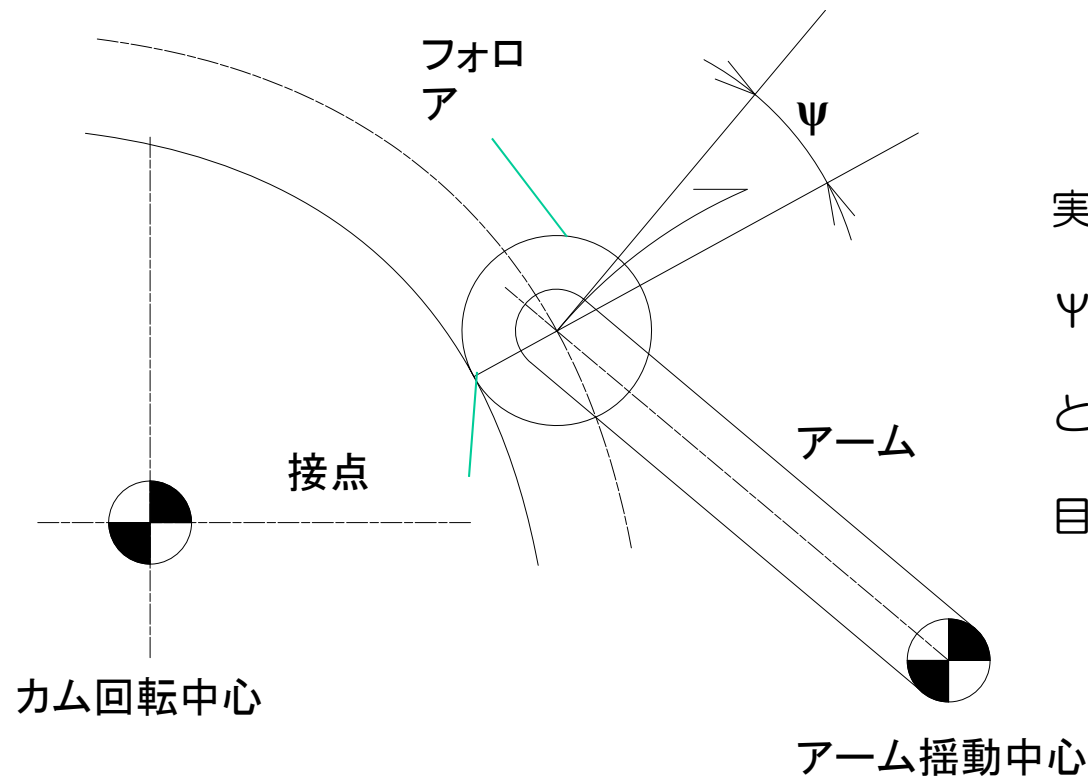
といわれている。

目安としておくとよい。





# 圧力角 — 揺動形



$$\tan \psi = \left\{ \tau_h l / (\theta_h r_p) \right\} \cdot V_m$$

l: アームの長さ

$$r_p: (r_{\min} + r_{\max}) / 2$$

(注: 近似式)

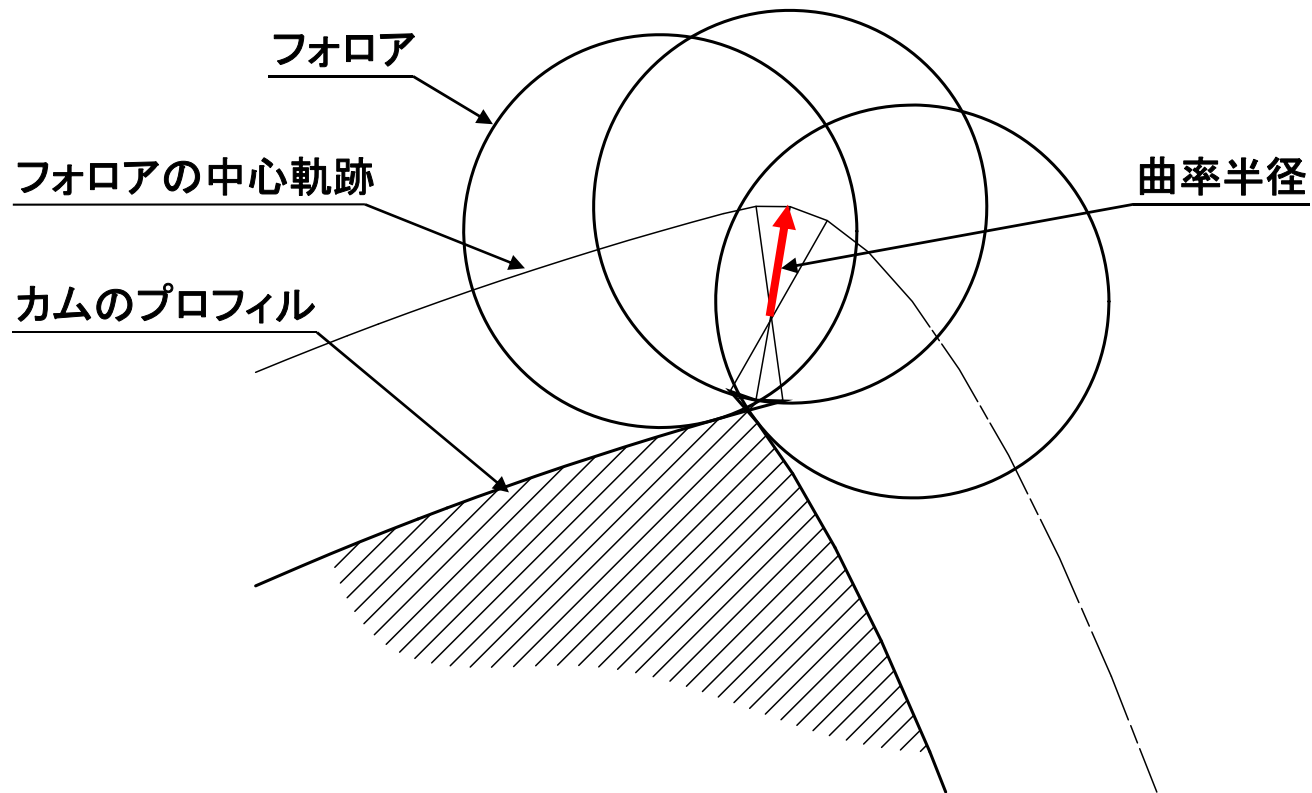
実用的な設計限界は、

$$\psi \leq 45^\circ$$

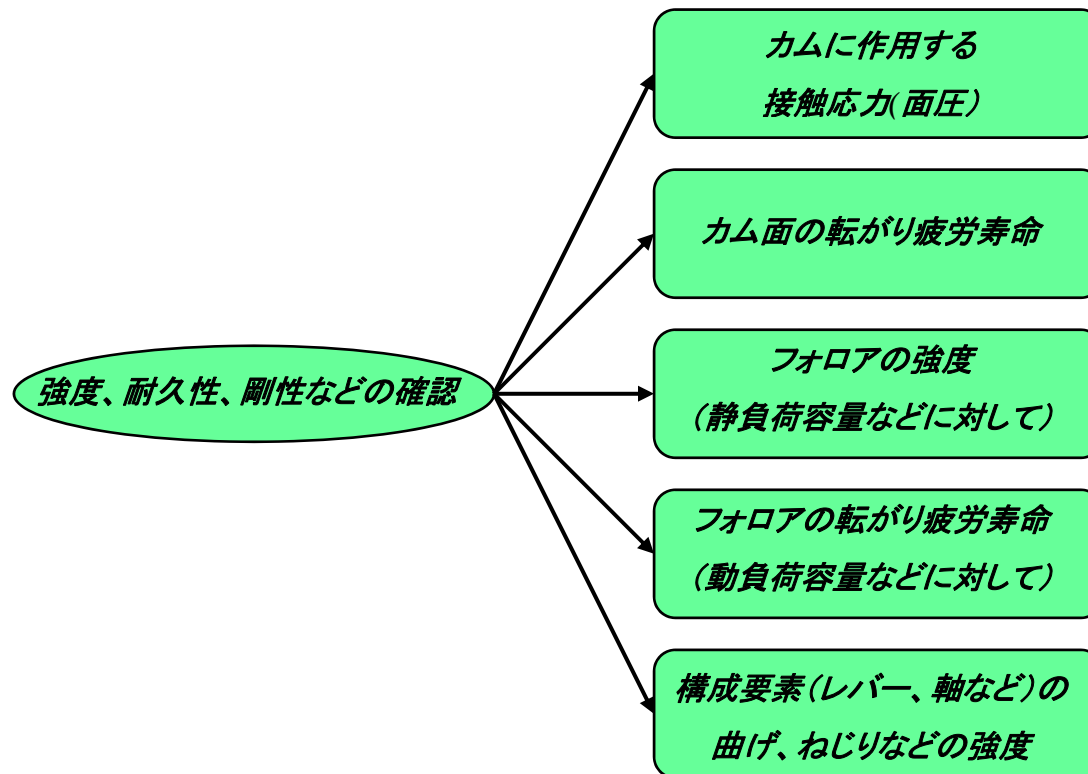
といわれている。

目安としておくとよい。

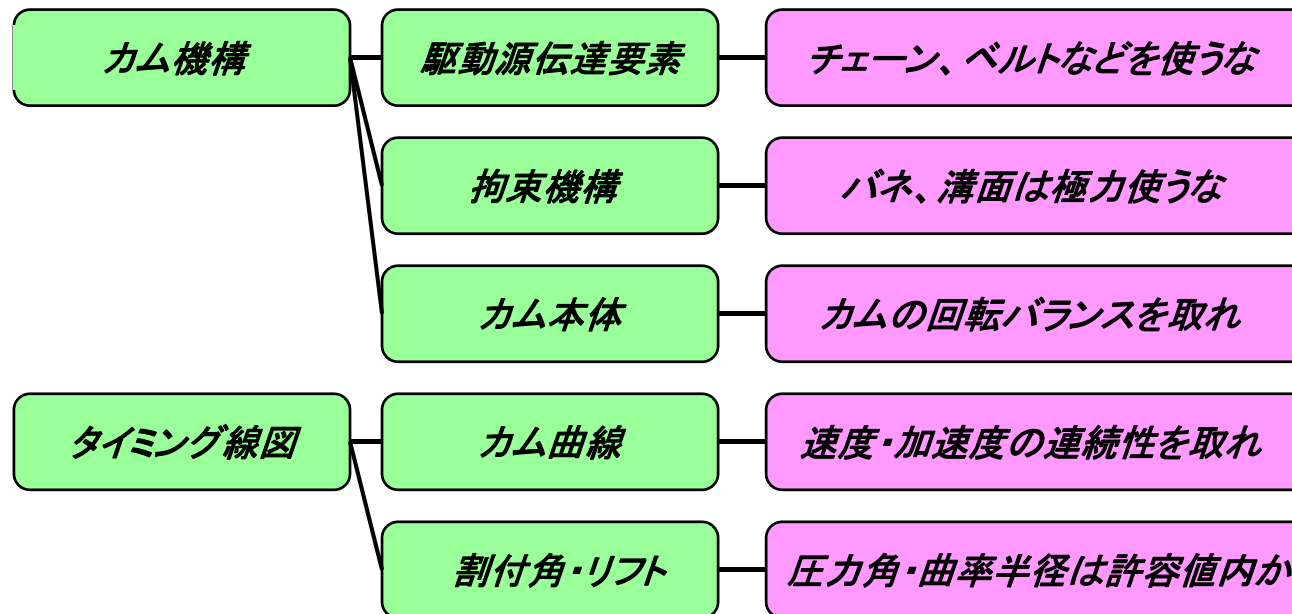
## カム機構における設計限界—切り下げ



## カム設計の手順 — 強度、耐久性、剛性の確認



## カム設計の基本チェック項目



## カム機構図面の書き方 — タイミング線図

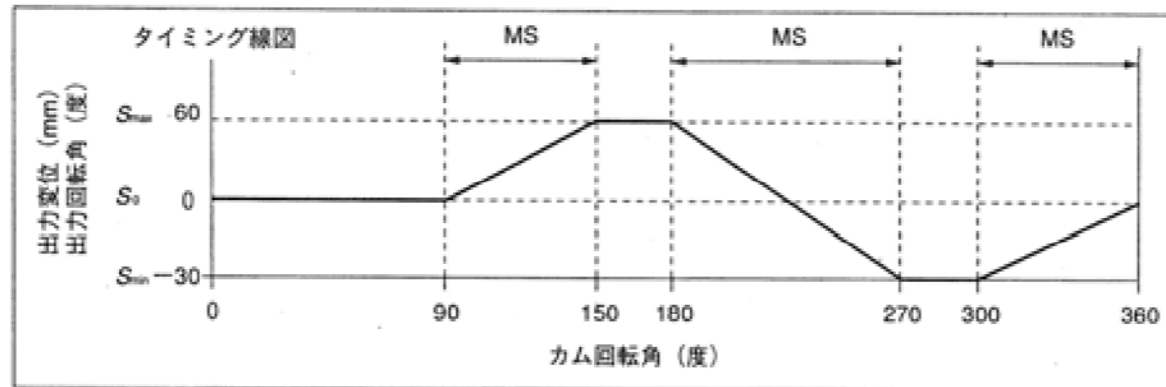


図1 タイミング線図の記入例

表1 代表的なカム  
曲線の英文略  
号と邦文名

邦 文 名	英文略号
等加速度	PB
5 次	P5
サイクロイド	CY
変形台形	MT
変形正弦	MS
変形等速度	MCV
トラペクロイド	TRP

## カム機構図面の書き方 — 機構図

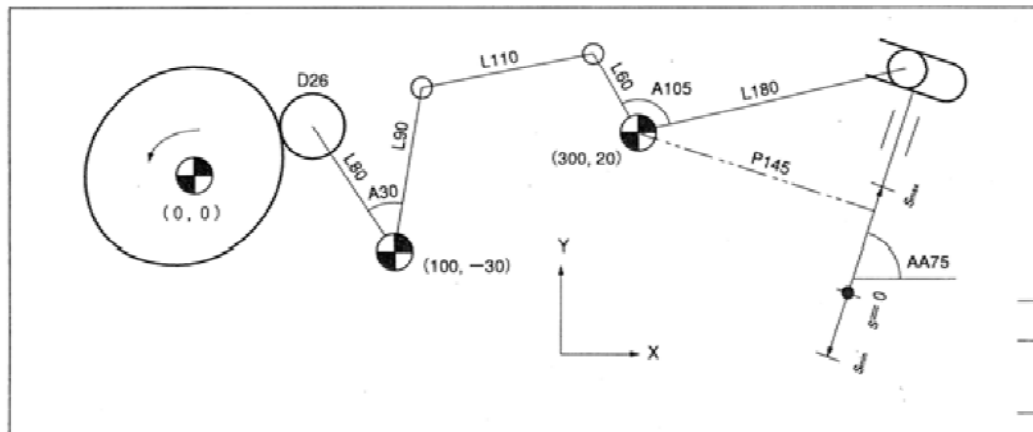


図2 カム機構の略図表示の例

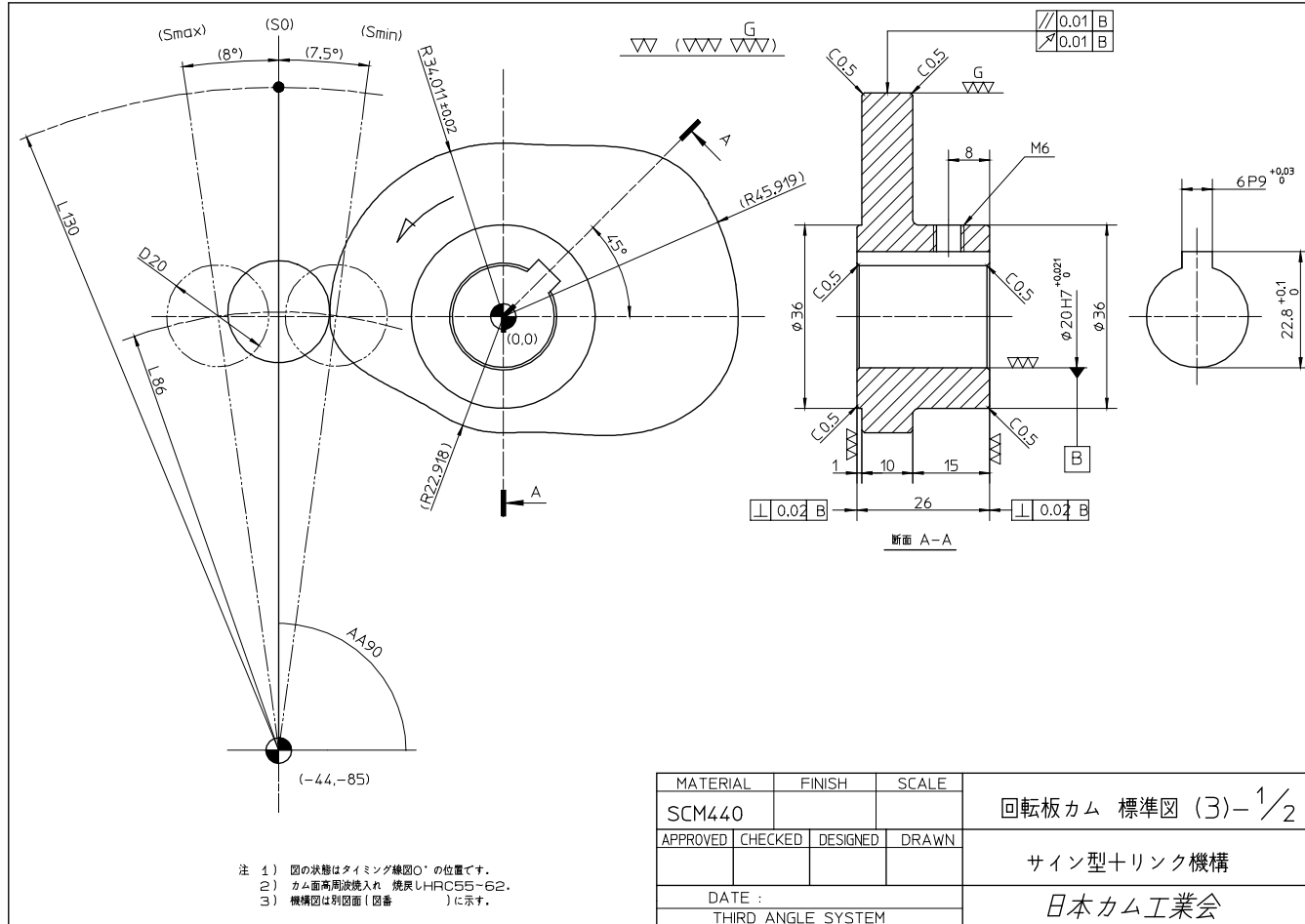
表3 寸法記入法

対象要素	表示 (nnnは数値を示す)
カム中心座標	原則として (0, 0) とし、カム中心近くに表示する
カムフォロアの直径	$D_{nnn}$ としカムフォロア近くに表示する
固定点の座標	カム中心からの絶対座標で ( $nnn_x$ , $nnn_y$ ) とし、その点近くに表示する
レバーの長さ	レバーと平行に $L_{nnn}$ と表示する
2つのレバーのはさみ角	$A_{nnn}$ とし、その近くに表示する
直進節の移動方向	X軸からの傾きの角度 $nnn$ を $AA_{nnn}$ とし、その近くに表示する
垂線の足の長さ	垂線の足を2点鎖線で表示し、足の長さ $nnn$ を $P_{nnn}$ とし、その近くに表示する

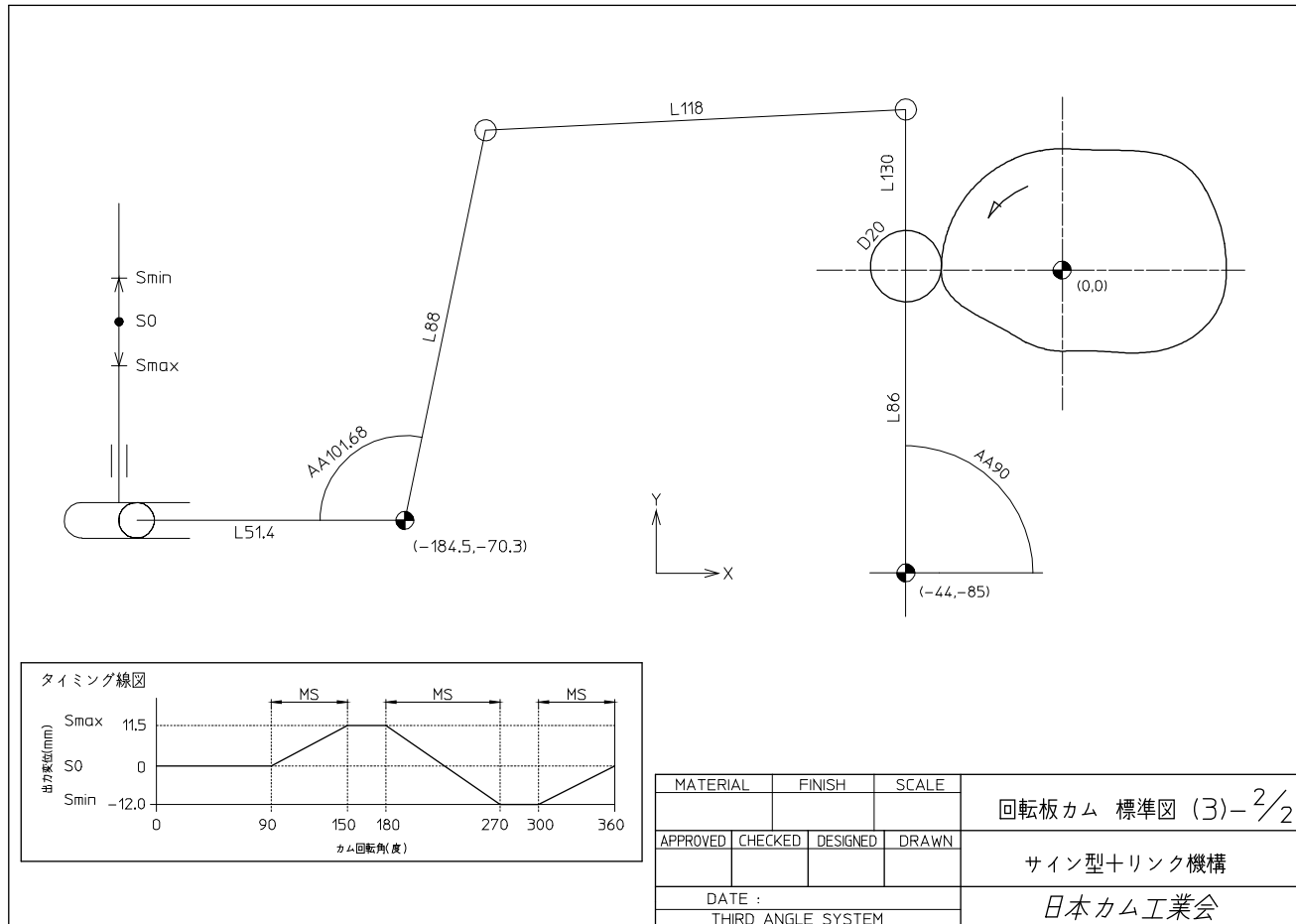
表2 機構要素・対偶のシンボル

記号	適用
	固定点, 回対偶の回転中心, カムの中心
	最終出力端
	回対偶, ジョイント
	アーム, レバー
	カムフォロア
	ガイド, 溝案内
	スライダ, すべり対偶
	最終従節動作範囲の表示
	ピニオン・ラック要素
	カムの回転方向

# カム機構図面の書き方一例



# カム機構図面の書き方 一例





## 高速化および耐久性を得るために

カム機構の高速化・耐久性を向上させるために、  
下記に示す事項に関して、留意点を示そう

1. タイミング線図
  
2. 機構
  - A アーム・カム軸
  - B フォロア
  
3. その他 カム軸・フォロア軸周辺の潤滑

## 高速化および耐久性を得るために

### 1. タイミング線図

- 1) カム曲線の選定にあたって、大切なことは、連続性、停留性、対称性である
- 2) リフト量をなるべく小さくする → レバー比で必要量を確保する
- 3) 割付け角をなるべく大きくする
- 4) 加速度の小さなカム曲線を用いる → 片停留曲線の採用
- 5) 非対称曲線を用いる

## 高速化および耐久性を得るために

### 2. 機構

#### A アーム・カム軸・カム

- 1) 機構レイアウトが適切であること（アームの長さ・支持軸の位置など）
- 2) アームの剛性を上げる
- 3) アームのばね剛性を考慮する（与圧機構） → 心間距離・切込み
- 4) カム軸の径を太くし、両端支持構造にする
- 5) カム軸が長く場合には、中間に支持構造を設ける
- 6) カムの回転バランスを考慮する

#### B フォロア

- 1) 外輪・軸の径を大きくする
- 2) フォロアを取り付けているアームに関して、前項の要件を考慮する

### 3. その他 カム軸・フォロア軸周辺の潤滑

## 高速化および耐久性を得るために

### 3. その他 カム軸・フォロア軸周辺の潤滑

- 1) オイルバスかきあげ方式
- 2) 温度上昇がある場合には、強制冷却循環機構を組み込む

## 参考文献

- 1) 牧野 洋、自動機械機構学、日刊工業新聞社刊（1976）
- 2) 日本カム工業会技術委員会編、設計者のためのカム機構図例集、日刊工業新聞社、  
2006/06 （2,000 円＋税）
- 3) 日本カム工業会編、カム機構ハンドブック、日刊工業新聞社、2001/12  
（6,600 円＋税）
- 4) 香取英男、カム機構の基礎と応用事例、機械設計、Vol46,No.8,2002/05、  
日刊工業新聞社