

幾何公差の基礎講座

～ここまで～

国立研究開発法人
産業技術総合研究所
北條恵司

Mail; zz-houjou@aist.go.jp

ISO (**GPS**規格)



寸法→サイズ+幾何公差



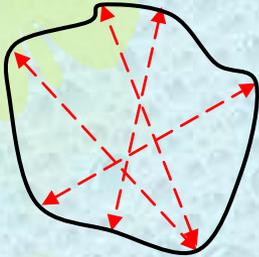
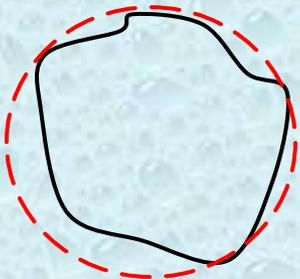
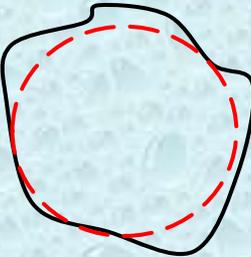
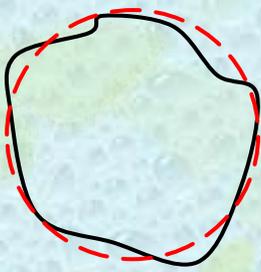
幾何公差の整備



サイズの整備

たとえば. . .

直径寸法（サイズ）の“あいまいさ”

			
LP	GN	GX	GG
2点間サイズ	最小外接サイズ	最小内接サイズ	最小二乗サイズ
$\Phi 100 \pm 0.1$	$\Phi 100 \pm 0.1$ (GN)	$\Phi 100 \pm 0.1$ (GX)	$\Phi 100 \pm 0.1$ (GG)

【目次】

- I. 幾何公差はなぜ必要なのか
 - 1. **世界との取引**, そのとき図面の信頼性を向上する
 - 2. **コスト削減**と品質向上のためにできること
- II. 幾何公差の概要
 - 1. 寸法公差と幾何公差の「**独立の原則**」
 - 2. かくれた**普通幾何公差**を知る
- III. 幾何公差の定義と解釈, 使い方 (JIS, ISOの解説) および検査方法
 - 1. データム, 記入枠, 公差域, 形態への指示方法など
 - 2. **形状公差** (真直度, 平面度, 真円度など) の解説
 - 3. **姿勢公差** (平行度, 直角度, 傾斜度など) の解説
 - 4. **位置公差** (位置度, 同心度, 同軸度など) の解説
 - 5. **振れ公差** (円周振れ, 全振れ) の解説
- IV. 寸法と幾何公差の特別な関係
 - 1. **包絡の条件**「マルE対米図面」, 演習問題
 - 2. **JIS、ISO、ASME**の関係および具体的な違いについて
 - 3. コストダウンに効いてくる**最大実態公差方式**「マルM」演習問題
- V. 5. 幾何公差を使うときのチェックポイント
- VI. 公差値の理論的計算方法 (**公差設計**, **公差解析**) の基礎演習問題

なぜ幾何公差を学ぶ？

1. 国際動向から生まれた「GPS」

地域での生産→日本全国での生産→**全世界で生産**



GPS規格の開発(米:ASME): 国に依存しない「**一義的解釈**」が必要 (GPSとは**幾何公差**を中心に独立した寸法,形状,姿勢,表面性状などの総称)



JISがISOに準拠して規格を整備(2000年)・・・しかし日本では普及の遅れ 近年海外調達の拡大から導入が急務!!

欧州:「**GPSを満足していない図面は正しい図面ではない**」・・・認証制度化?

2. 「幾何公差」を使っていますか？

～社会人5年生までの設計者の“希望する講義”

No.1 = 寸法公差の決め方

No.2 = **幾何公差の正しい使い方**

No.3 = 寸法の記入方法



- 教えてくれる先輩がいない。コストアップと言われる。
- **加工方法, 検査方法**がわからない。いい加減に使いたくない
- 今, 量産しているから大丈夫だろう

公差*を制する者は
設計製図を制する



経験を積み重ねて
理解を深める

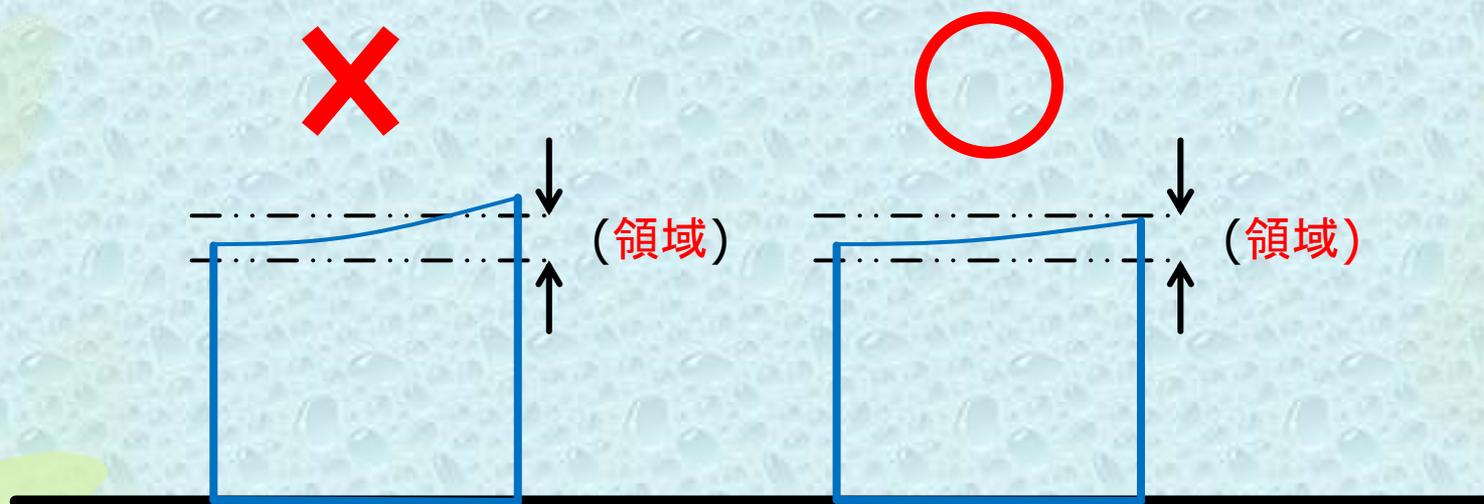


(表記無き図, 文はJISハンドブックより引用)

7 * : 寸法公差, 幾何公差, 表面性状

幾何公差とは (JIS B0672~)

正しい**形**や**位置**から狂ってもよい**領域の値**

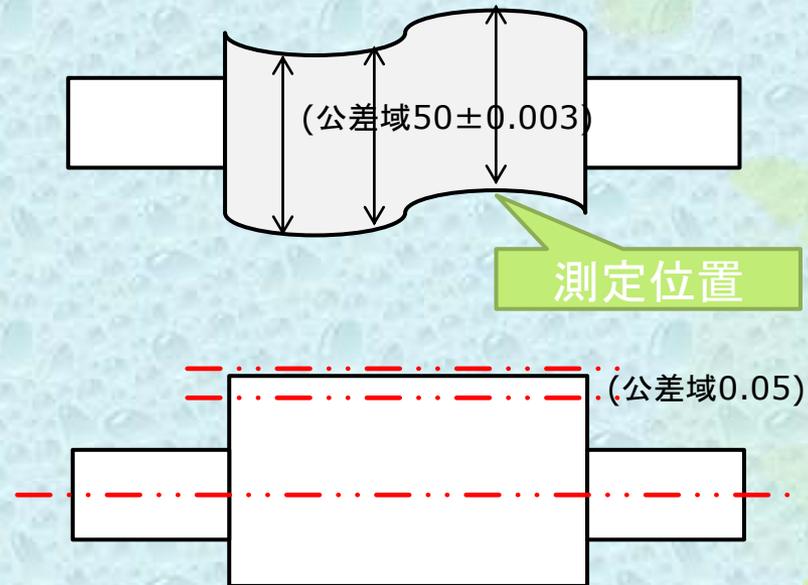
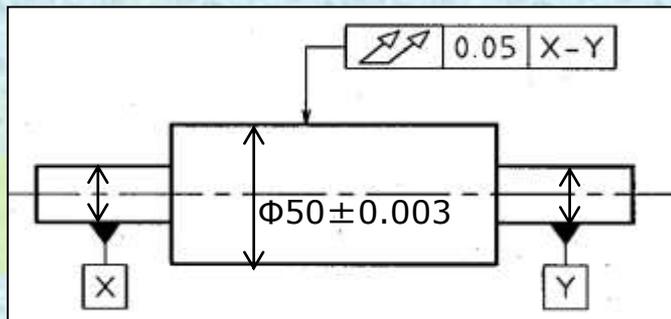
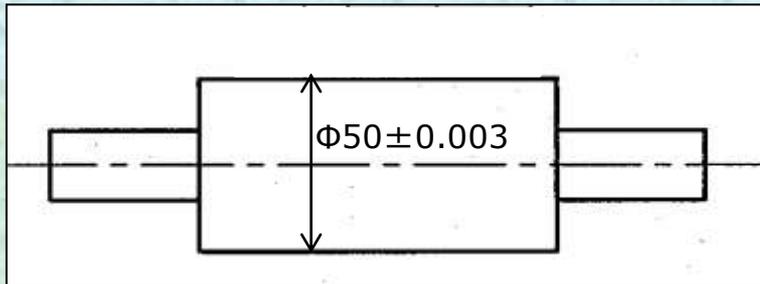


8

ISOの**GPS** (Geometrical Product Specifications)
規格 → 寸法, 表面粗さ, 図示法, 測定法の一部

なぜ幾何公差は必要?

1. 世界共通の正確さ



あいまいさの廃除

形状を規制する働き : 幾何公差 > 寸法公差

日本の機械図面は世界で通用しない
レベルが低い。



設計者が加工者に甘えている



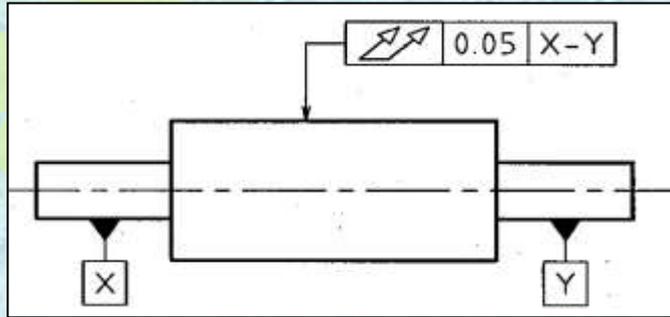
機械加工業者が図面の不足をカバー



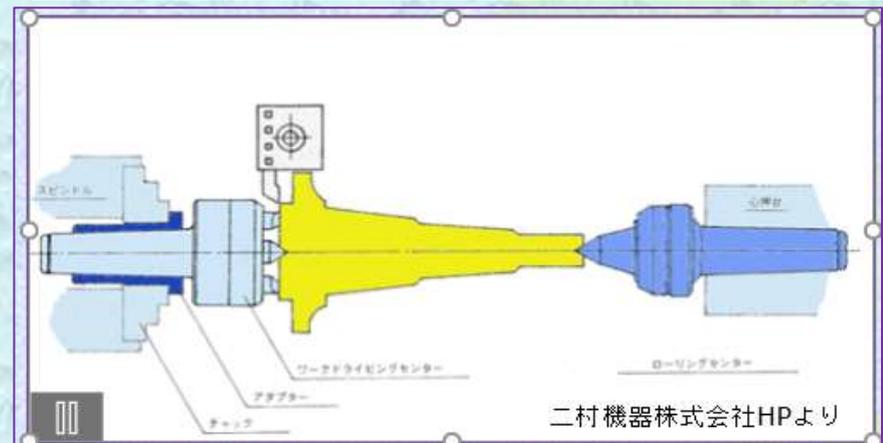
(講座の目的)

あいまいさのない図面を描くこと

2.加工方法と測定方法を指示



旋盤で両センタ加工



Vブロック支持で
ダイヤルゲージ測定

幾何公差

決定

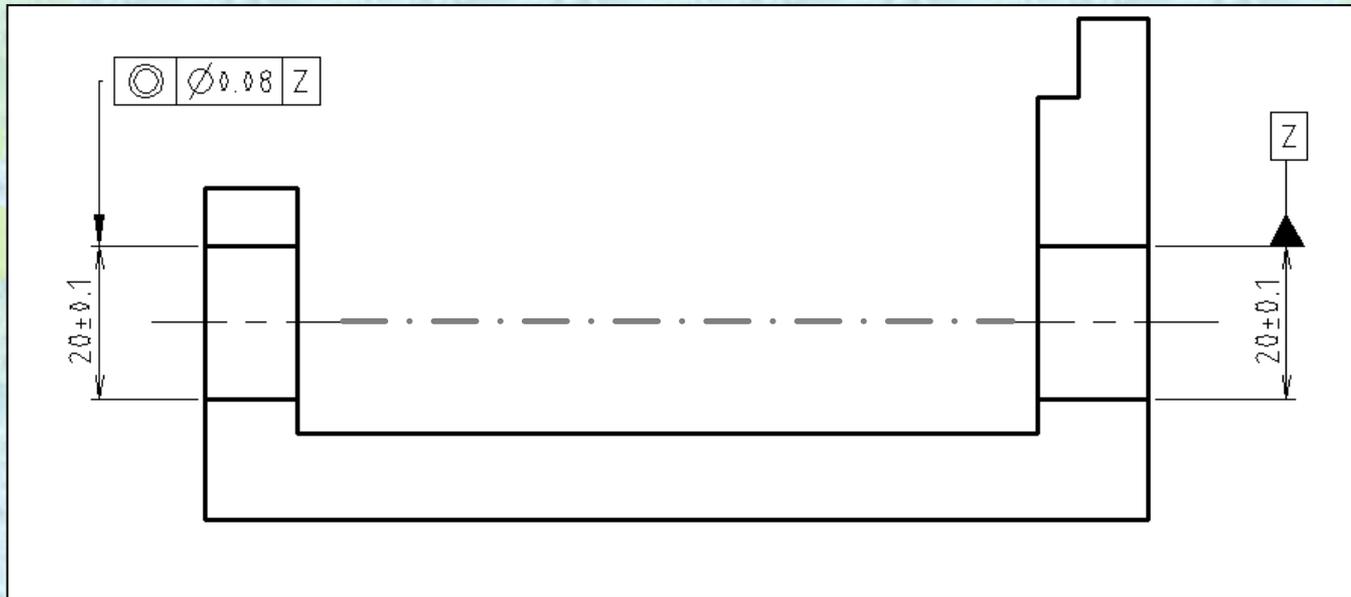
```
graph TD; A([決定]) --> B[品質管理方法]; A --> C[加工方法]; A --> D[測定検査方法];
```

品質管理方法

加工方法

測定検査方法

コスト，性能，市場に対する責任



(幾何公差が**ない**場合)

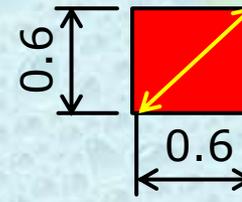
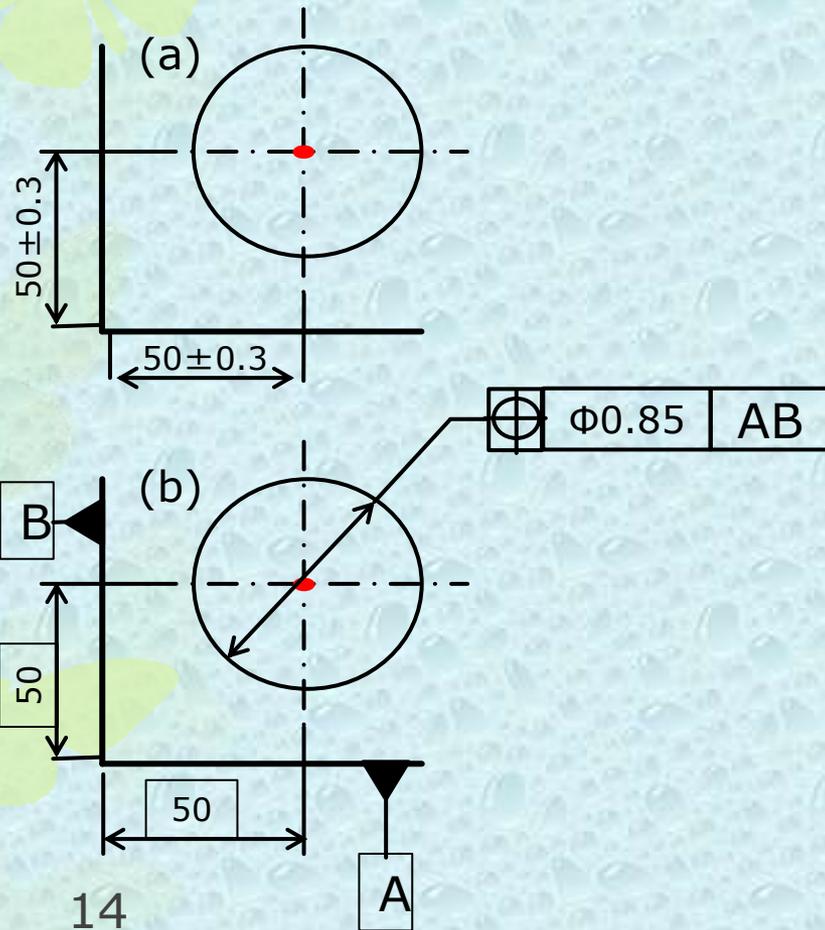
- ・片側ずつの穴加工

(幾何公差が**ある**場合)

- ・ワンチャックで2つの穴を同時に**通し加工**

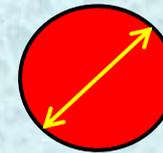
3. コスト削減と品質向上

(a)と(b)で赤い点の存在できる面積を求めよ。



どうやって測るの??

$$0.6 \times 0.6 = 0.36 \text{mm}^2$$

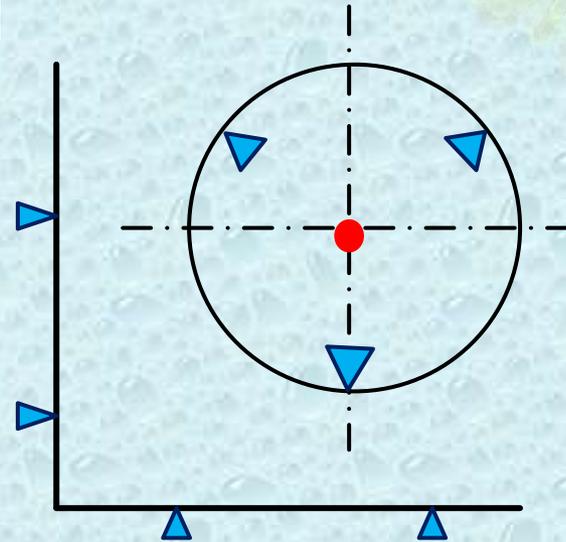


同じ最大寸法でも面積
+55%

$$\pi \times (0.85/2)^2 = 0.57 \text{mm}^2$$

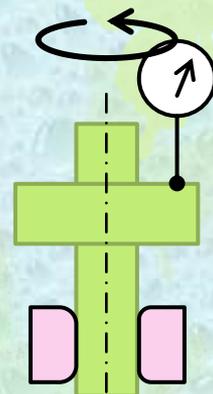
(その他, お得なマルM, マルL, マルPなど)

3次元測定器：穴の中心点の測定の仕方.

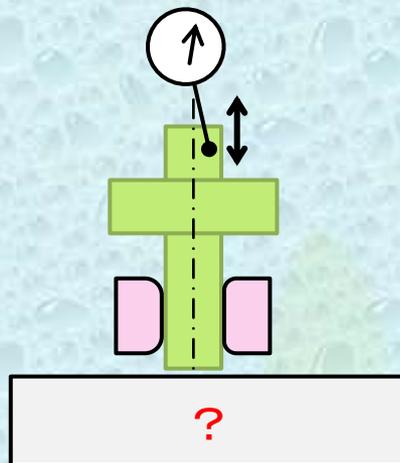
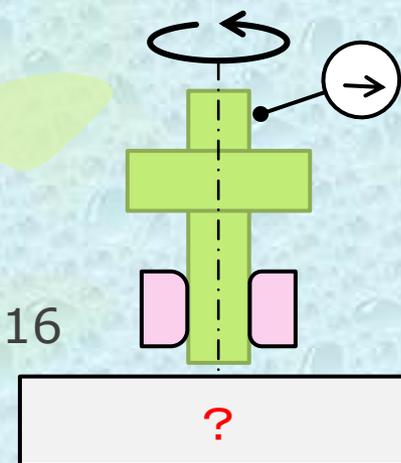
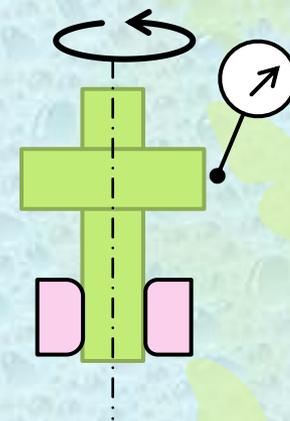


ミットヨ製 3次元測定器

円筒，軸の場合の測定（真円度測定器）



直角度 to 軸心

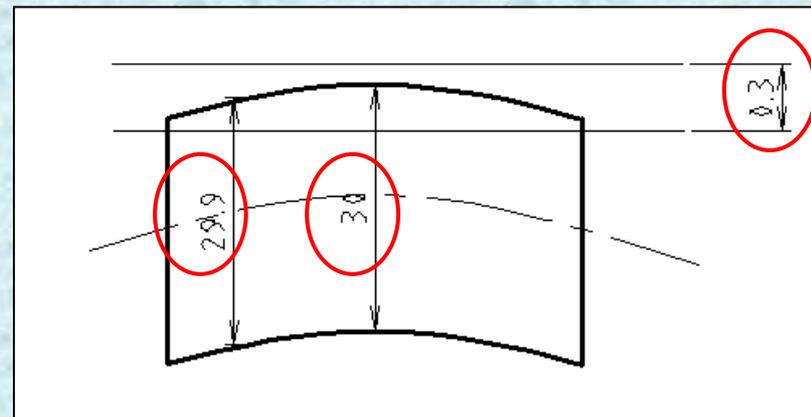
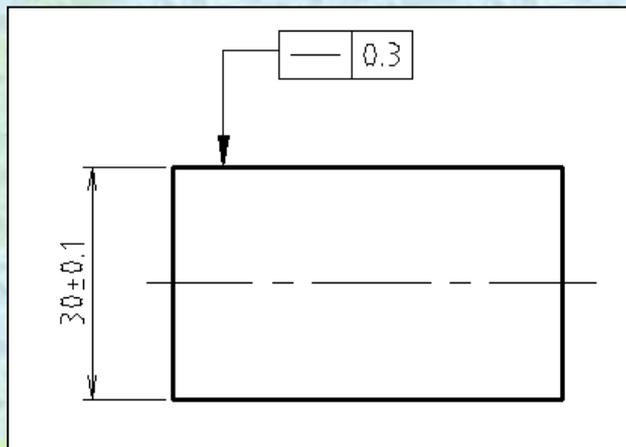


?

幾何公差の概要

1. 独立の原則 (寸法 vs 幾何公差)(JISB0024)

1. 幾何公差は形態の寸法に無関係に適応する.



幾何公差値 < 寸法公差値 が望ましい

2. 便利な例外の規定

1 最大実体公差

2 最少実体公差

3 突出公差

4 包絡の条件

ASME(米)が採用→**ISO**(EC,日本)と解釈が異なる.



表題欄, 注記に根拠を明記する.

例) 寸法公差 : **ISO 8015 (JIS B0024)**

幾何公差の使い方

記入の仕方

1. 公差記入枠

幾何特性記号

公差域

データム

\varnothing	0.1	Z	\varnothing	$\phi 0.1$	X	Y	Z	\varnothing	S $\phi 0.1$	X	Y	Z
---------------	-----	---	---------------	------------	---	---	---	---------------	--------------	---	---	---

寸法

6- $\phi 12$

\varnothing	$\phi 0.1$
---------------	------------

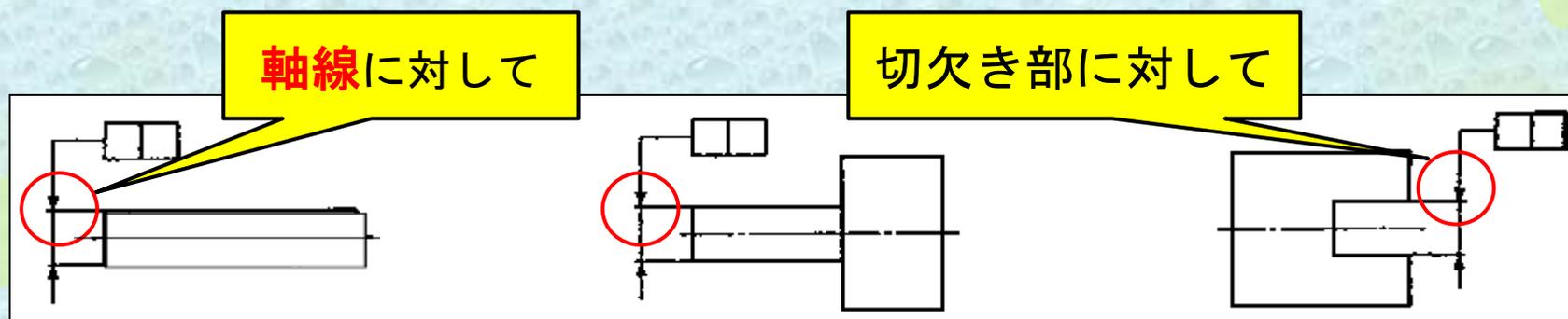
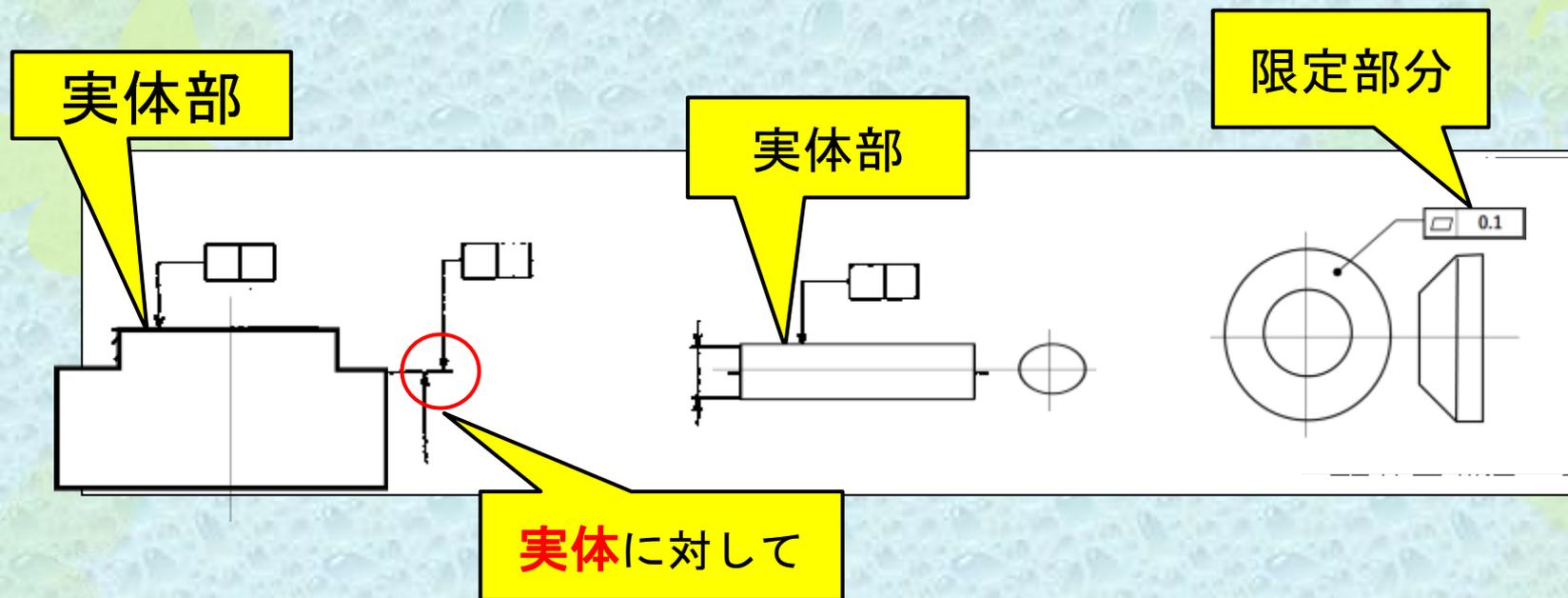
	0.1
---	-----

中高を許さない

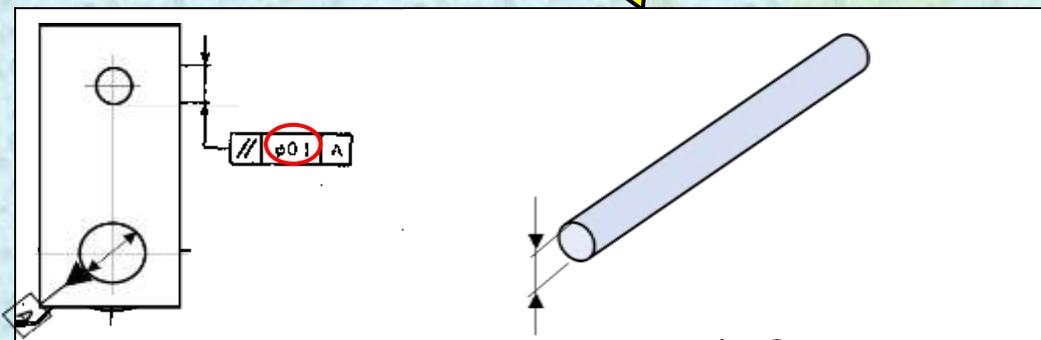
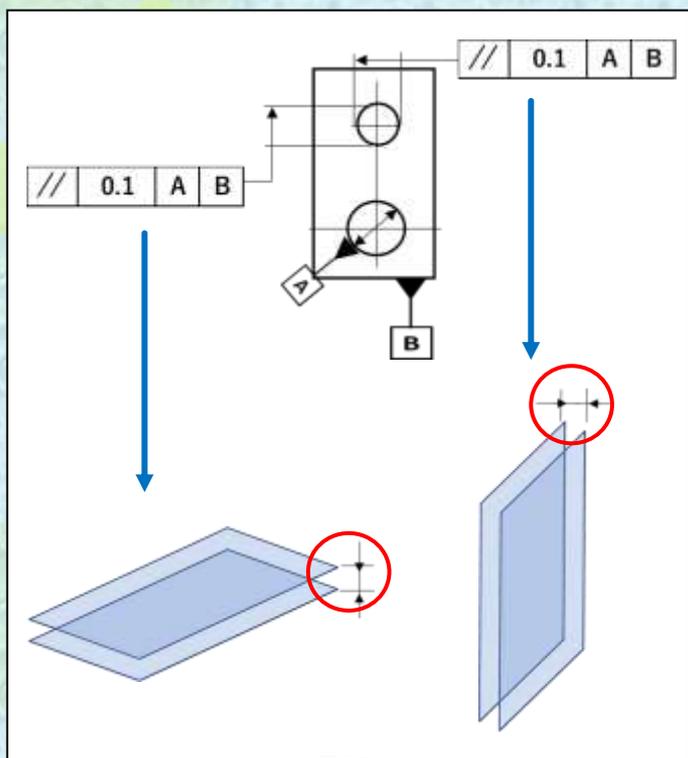
—	0.01	
//	0.06	B

併用

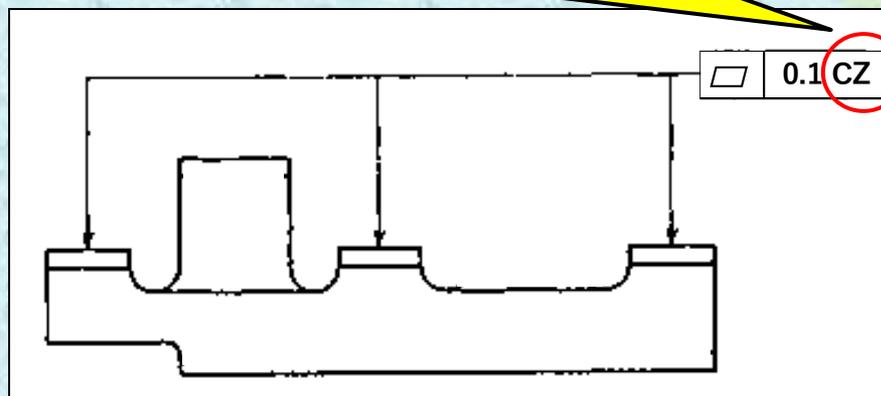
2. 形体への指示



3. 公差域 必ず 3次元空間: 「面(直方) 公差域にφがつくと



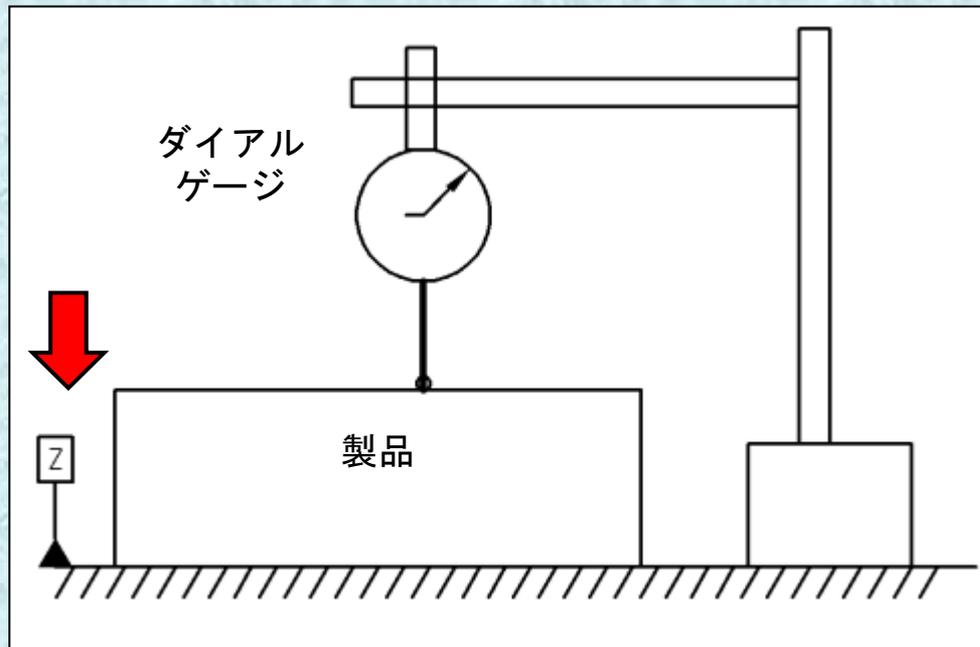
共通平面(Common Zone)



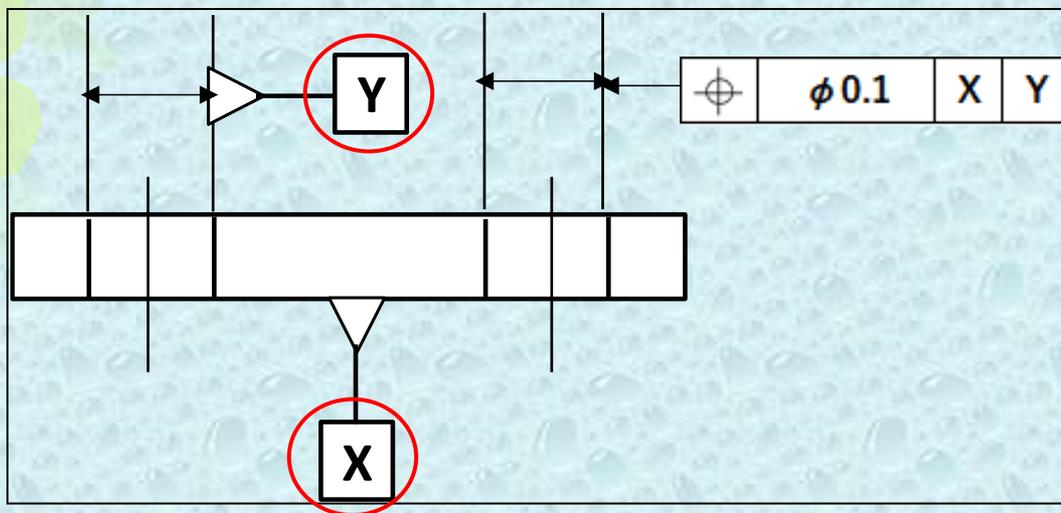
“CZ” を使用しないとどうなる？

4. データム (定義に対する**基準**)(JISB0021)

- **データム**とは、測定のときの**基準面**、**線**、**点**
製品の面 = **データム形体**、測定具(定盤) = **実用データム**
- 必要な場合と不要な場合あり
(形状公差；真直度，平面度etc) .



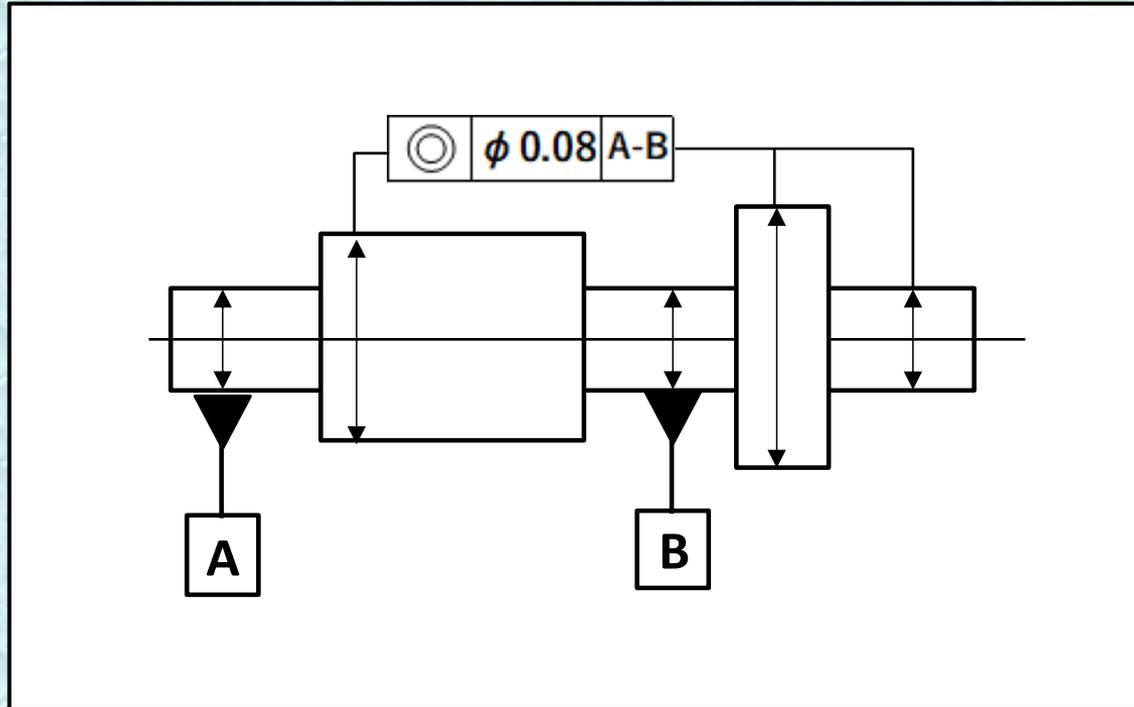
5. データム (定義に対する**基準**)(JISB0021)

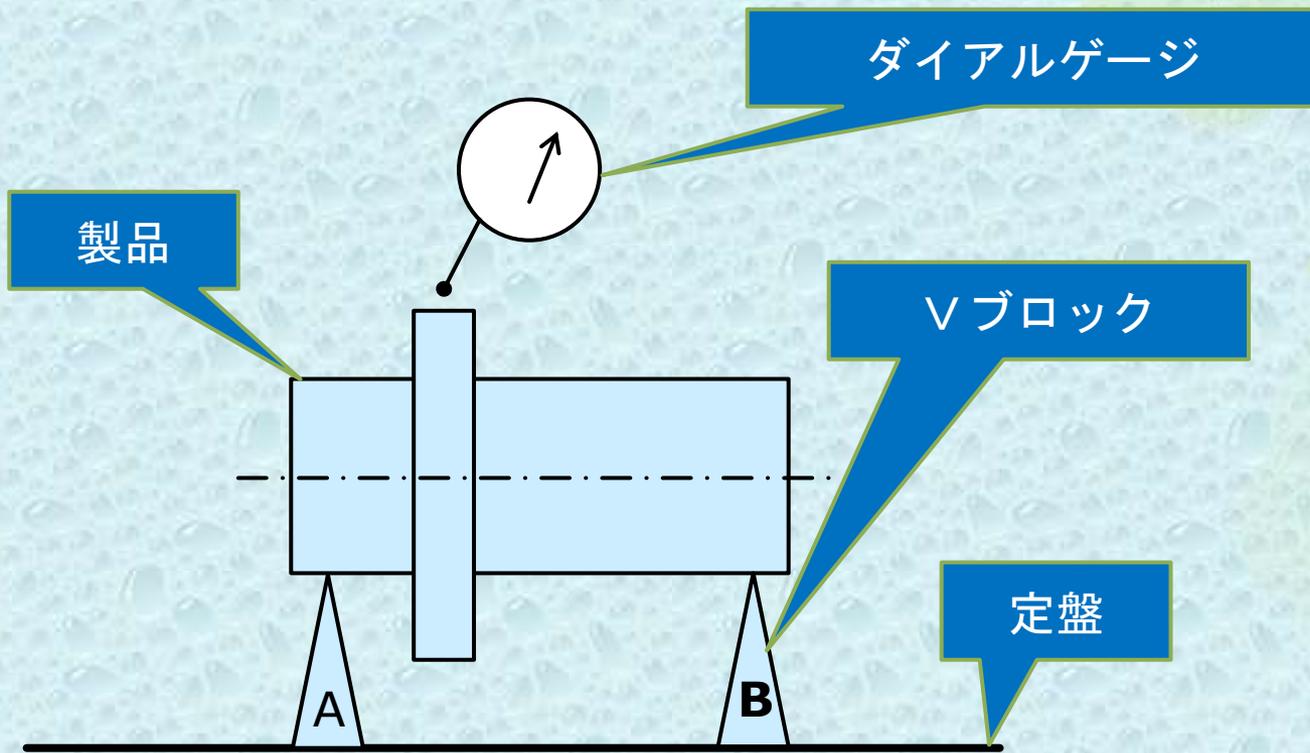


データム **X** : 母線 (製品) にある場合
= この**面(実体)**が基準

データム **Y** : 寸法線上にある場合 = 穴の**中心線**が基準

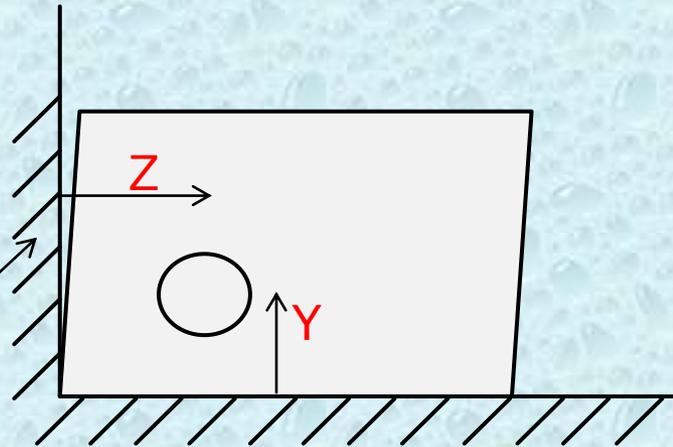
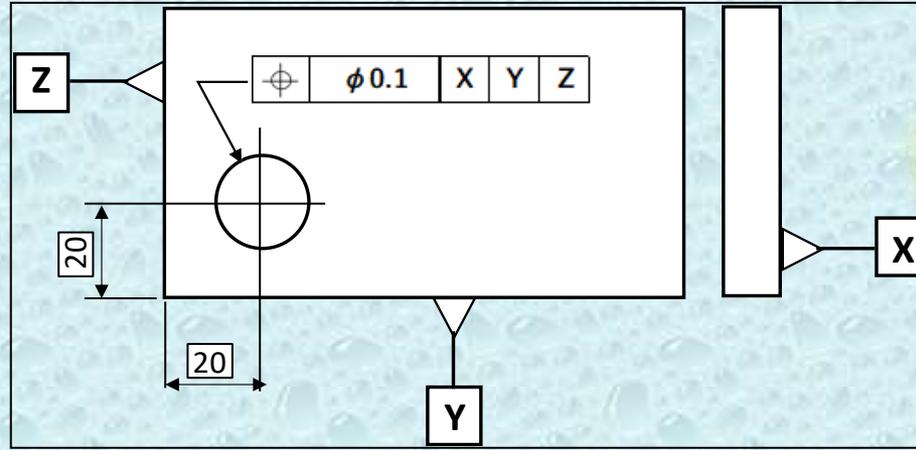
共通データの読み方→簡易検査方法を考えよ





優先順のあるデータの読み方

→ **XYZ**の順番を考える



29 実用データは**理想の形状**であること

幾何公差の使い方

- ・ 規制の定義

幾何公差の種類

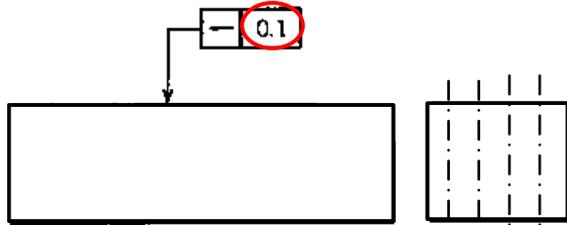
公差の種類	特性	記号	データム
形状公差	真直度	—	不要
	平面度	▭	不要
	真円度	○	不要
	円筒度	⊘	
	線の輪郭度	⌒	不要
	面の輪郭度	Ⓓ	不要
姿勢公差	平衡度	//	要
	直角度	⊥	要
	傾斜度	∠	要
	線の輪郭度	⌒	要
	面の輪郭度	Ⓓ	要
位置公差	位置度	⊕	要/不要
	同心度(中心点)	◎	要
	同軸度(中心軸)	◎	要
	対称度	≡	要
	線の輪郭度	⌒	要
	面の輪郭度	Ⓓ	要
振れ公差	円周振れ	↗	要
	全振れ	↗↘	要

規制の厳しい順

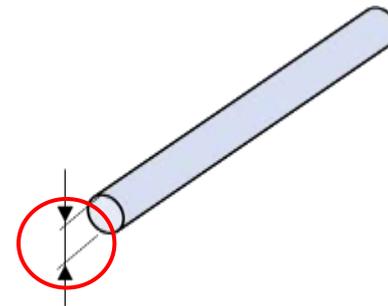
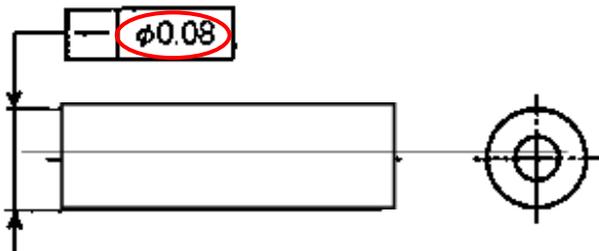
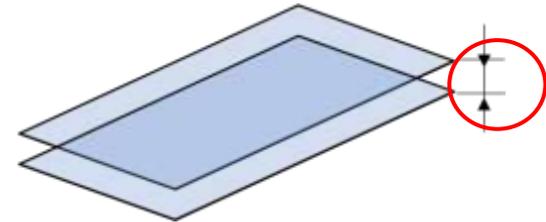
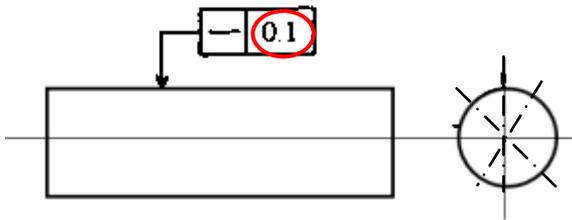
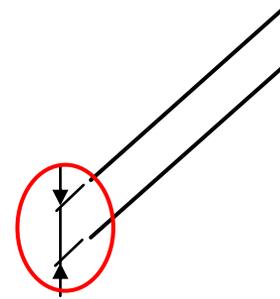
(形状公差) 1. 真直度の定義

(JIS B0621)

形状公差：単独形体でデータム不要



上側表面上で、指示された方向における投影図に平行な任意の実際の(再現した線は、0.1だけ離れた平行2直線の間になければならない。



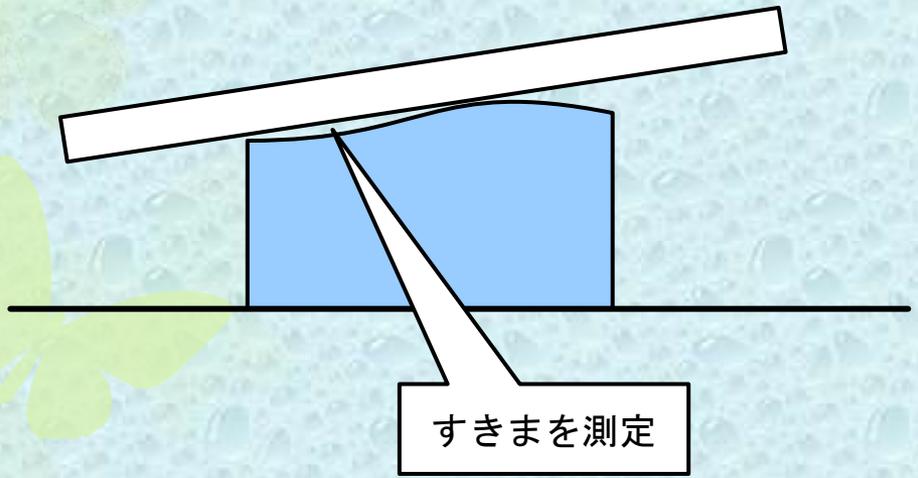
検査方法例：「定盤or真直度ゲージ + 厚みゲージ」



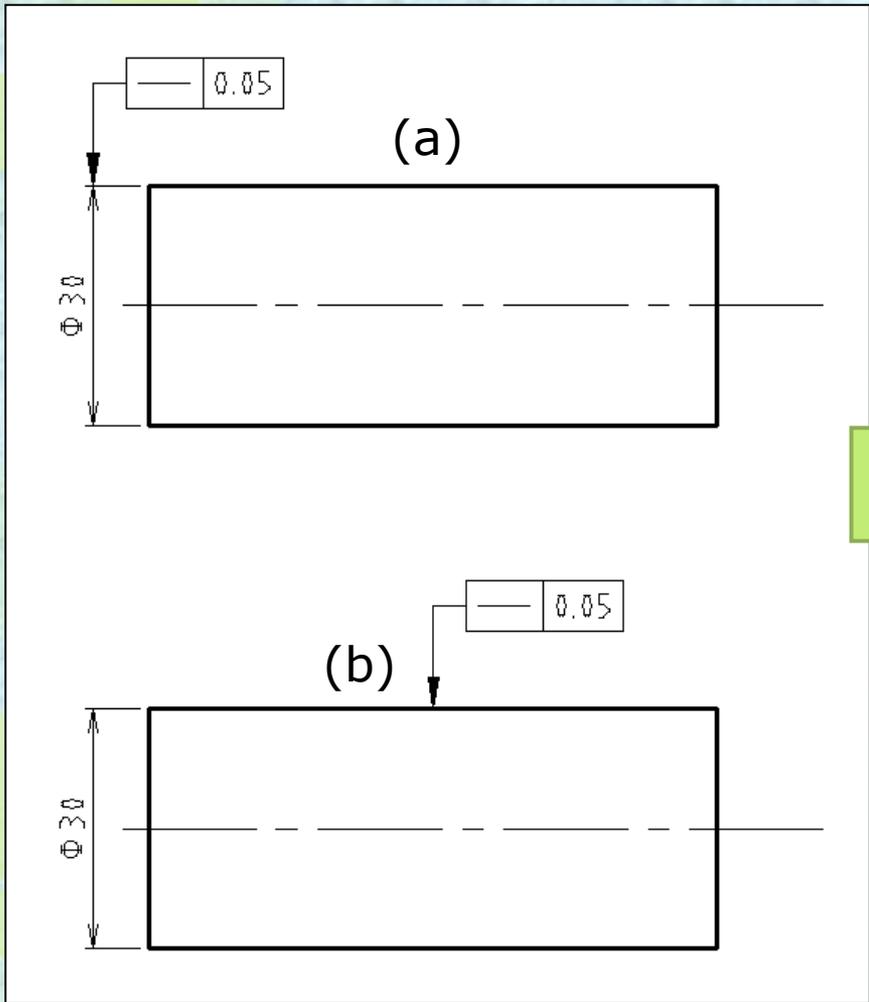
(真直度ゲージ)



(シックネスゲージ)



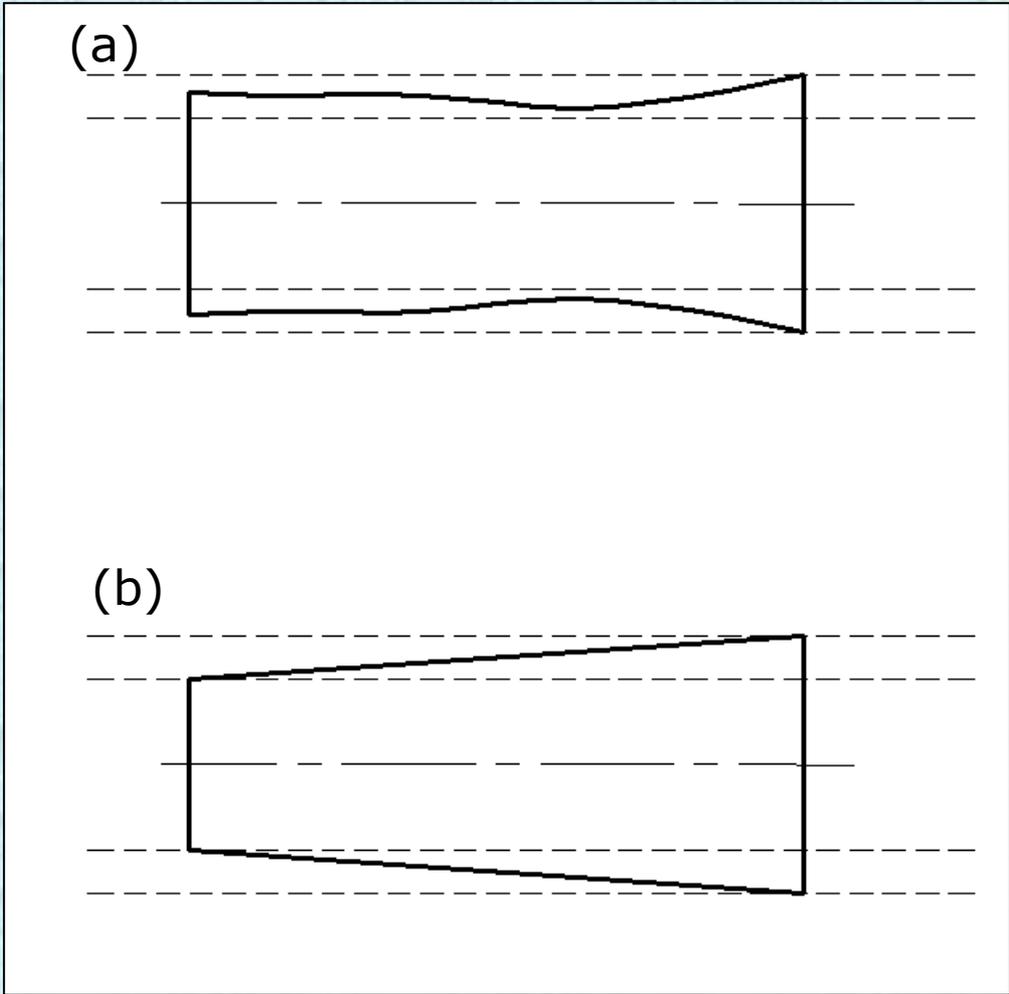
例題1) 許容が予想される**最悪の形状**を考えよ.



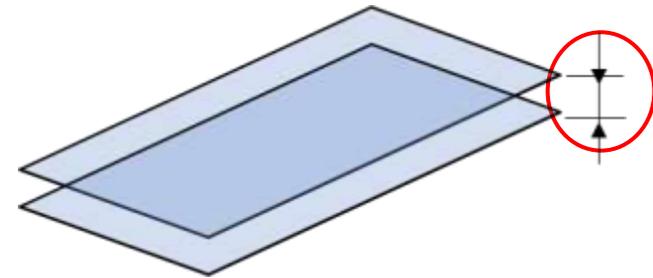
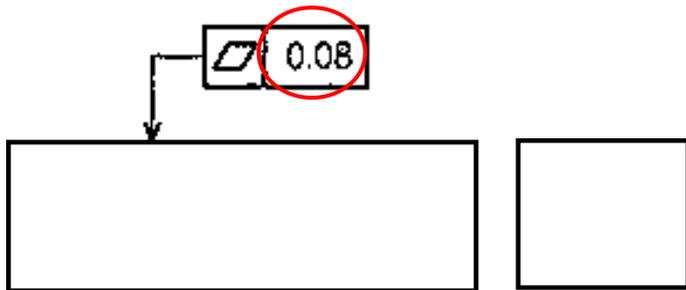
(a)

(b)

例題 1 の答え



(形状公差) 2. **平面度**の定義



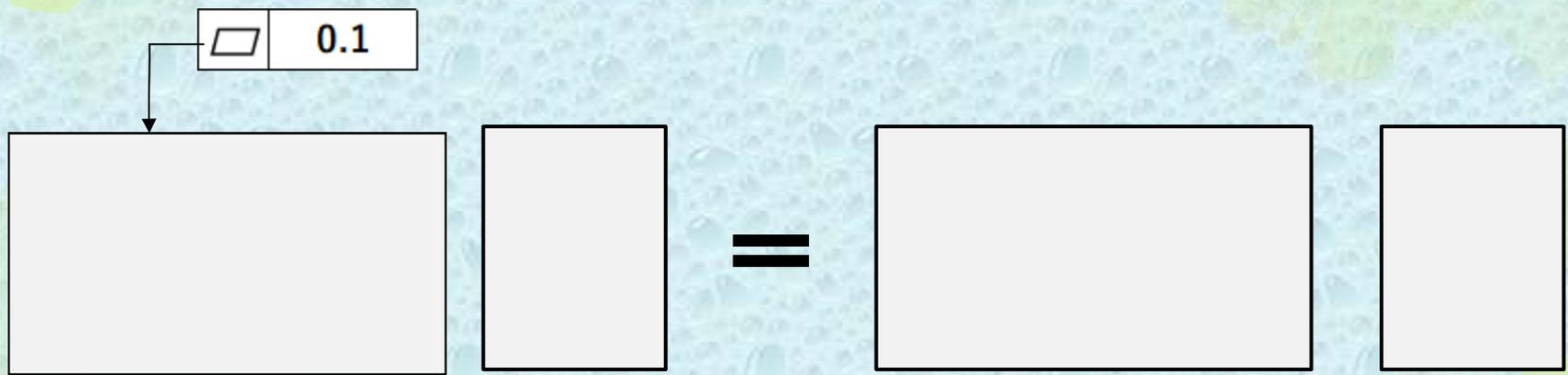
実際の(再現した)面は、0.08だけ離れた平行2平面の間になければならない。



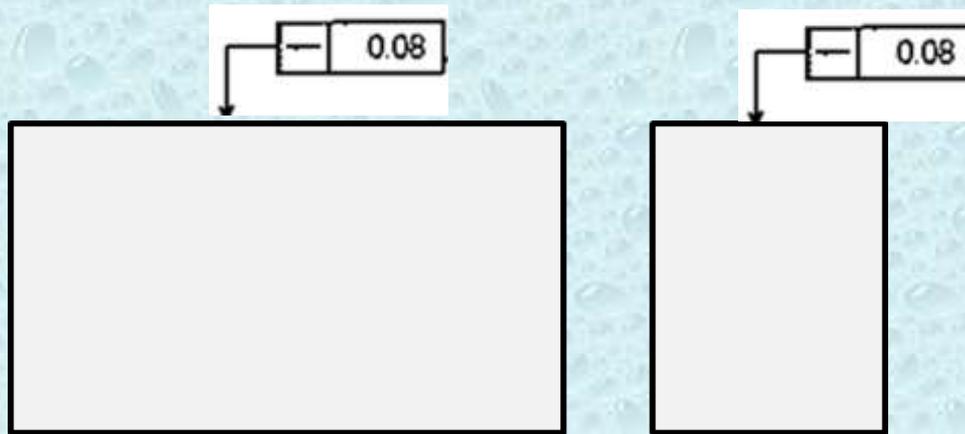
「真直度」との違いを考えよ。

最悪の状態を考えよ。

例題2) 右図に対して「真直度」を使って「平面度」と同様な規制をせよ.

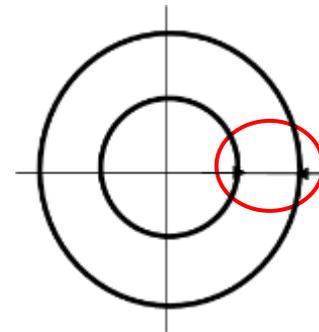
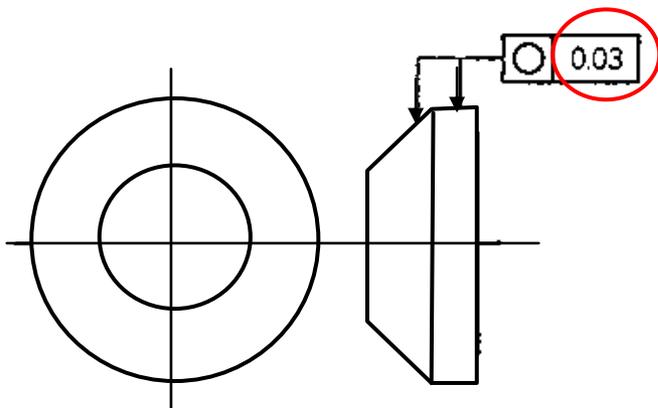


例題 2 の答え



「平面度0.08」と等価だが、各方向に対して形状偏差を持たせられる = **自由度高い**.

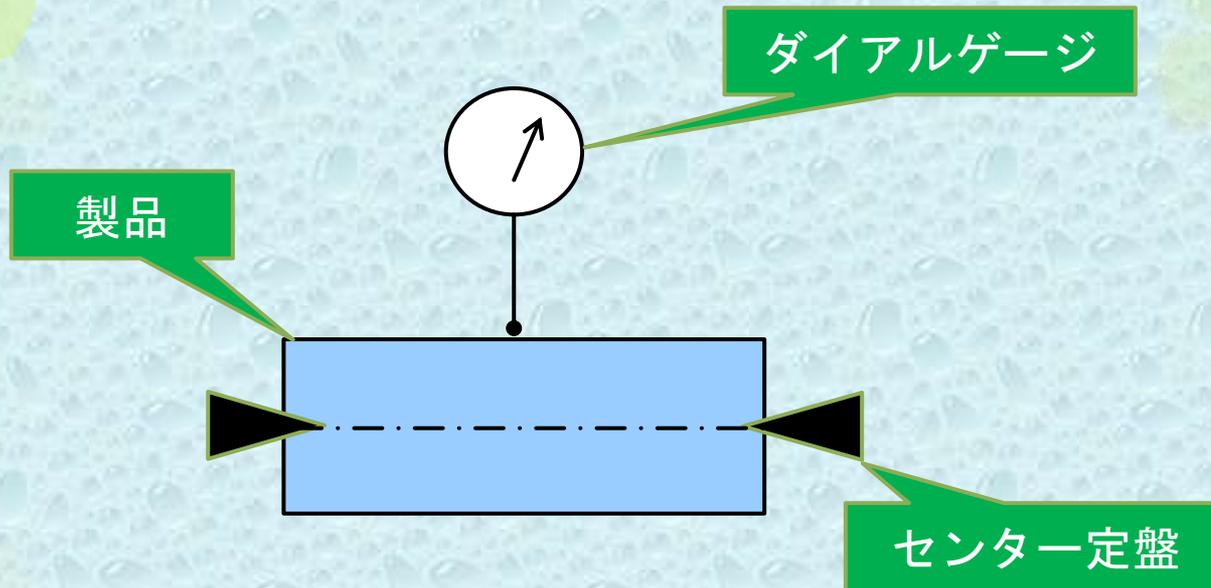
(形状公差) 3. 真円度の定義



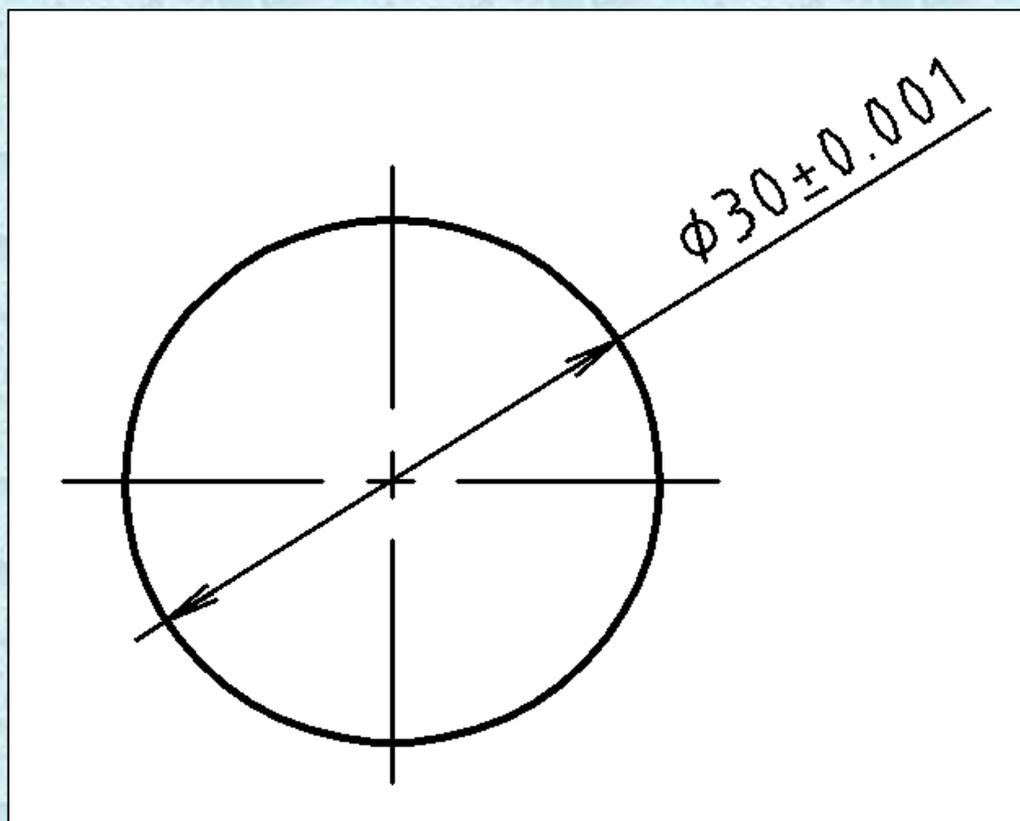
円筒および円すい表面の任意の横断面において、実際の再現した)半径方向の線は半径距離で0.03だけ離れた共通平面上の同軸の二つの円の間になければならない。

- ・ 検査円の中心位置は任意.
- ・ 公差域に ϕ は付かない → なぜ？

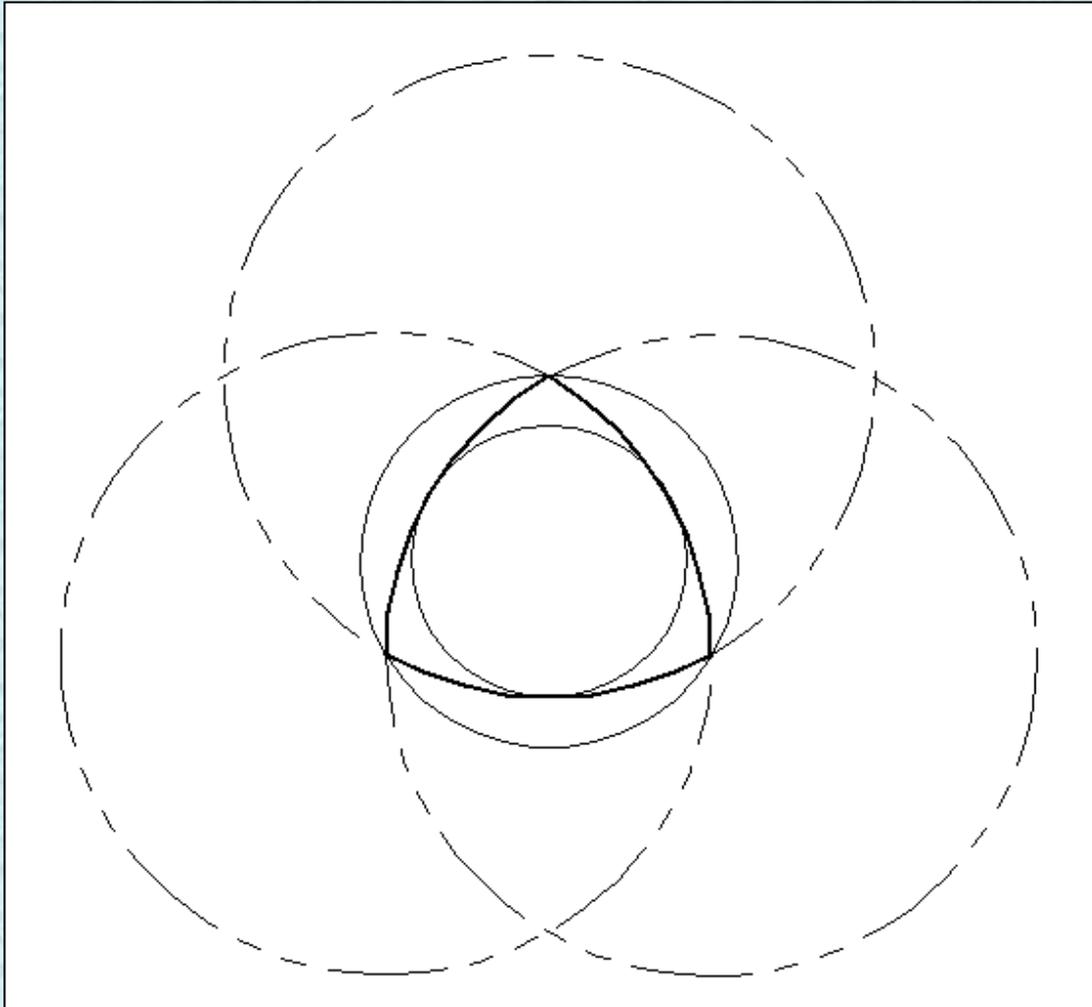
検査方法例：「センタ定盤＋ダイアルゲージ」



例題 3) 許容が予想される**最悪の形状**を考えよ.

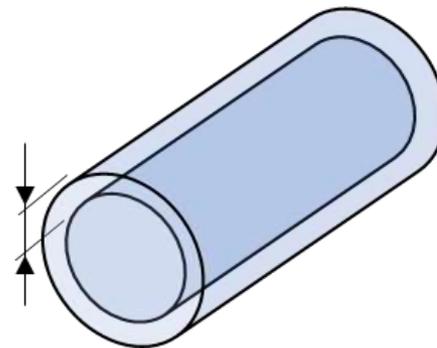
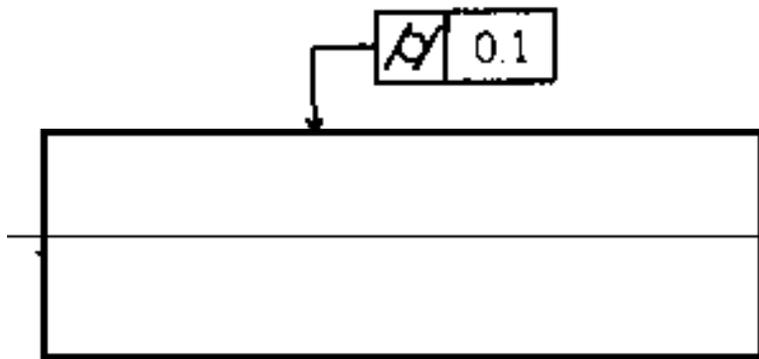


例題 3 の答え



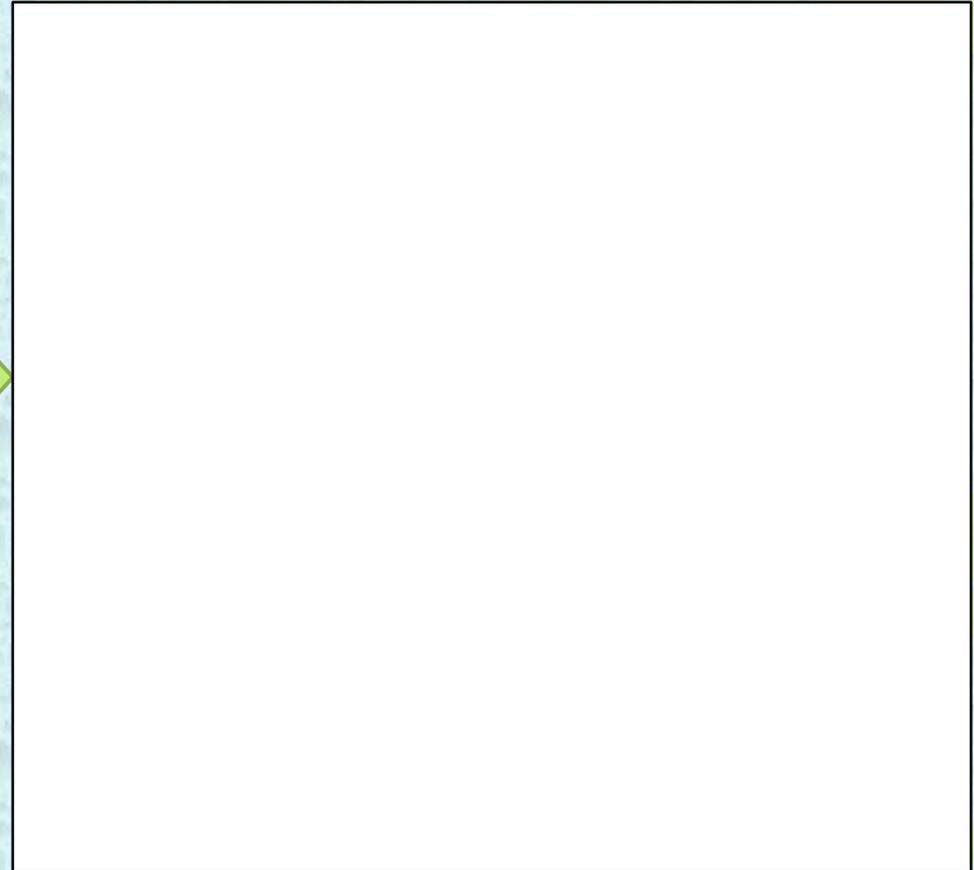
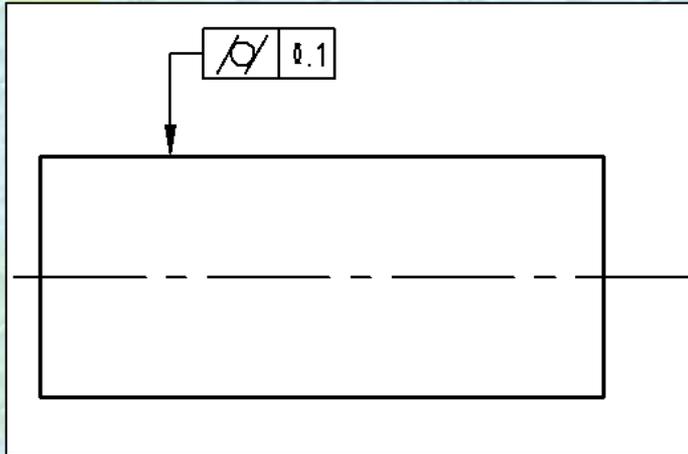
ルーローの三角形：すべての2
点間距離は等しい

(形状公差) 4.円筒度の定義

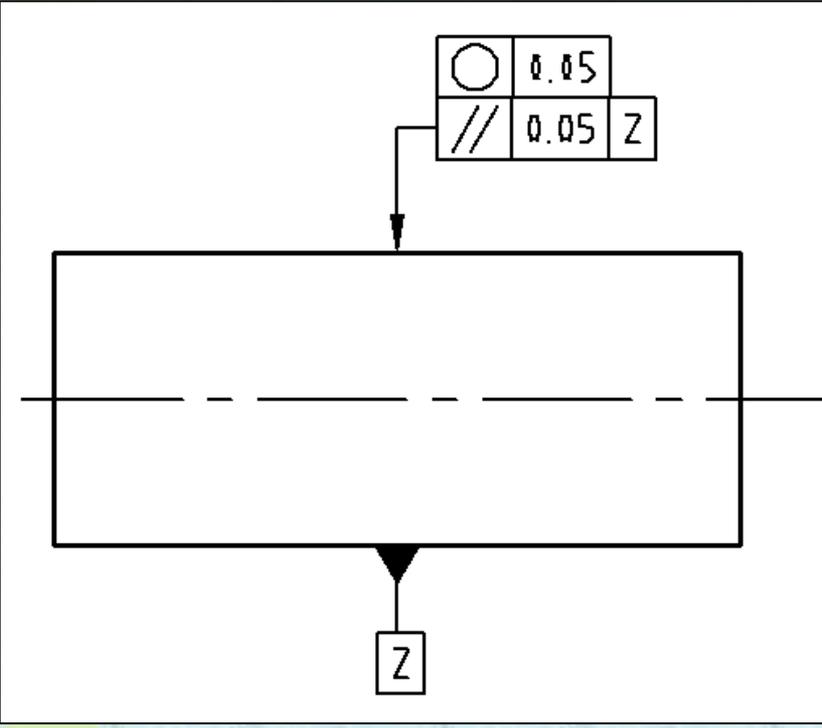


実際の(再現した)円筒表面は、半径距離で0.1だけ離れた同軸の二つの円筒の間になければならない。

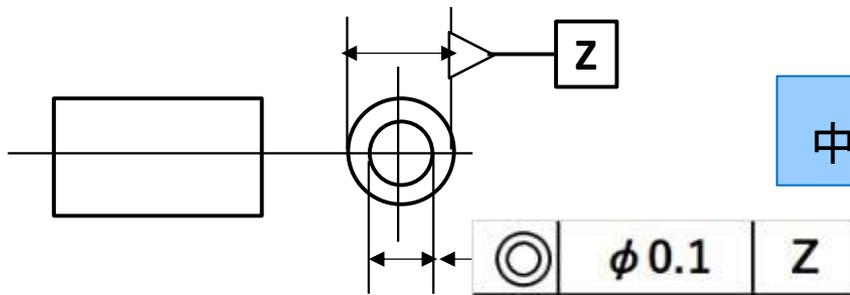
例題 5) 平行度と真円度を使って，円筒度0.1と等価な規制を実現せよ.



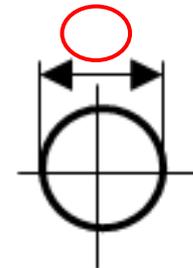
例題 5 の答え



(位置公差) 5. 同軸度の定義

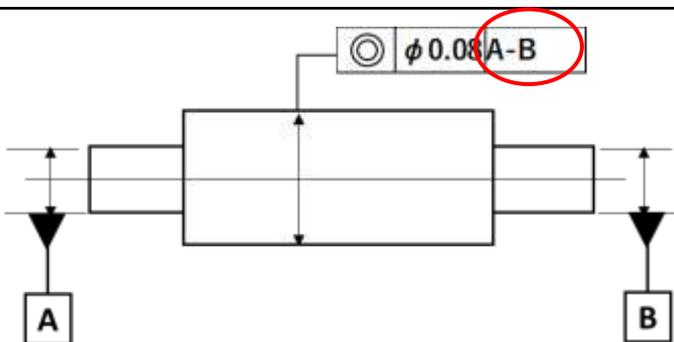


中心点

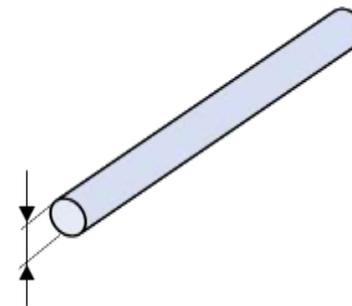


同心度

内側の円の実際の(再現した)中心は、データム円の同心の直径0.1の円の中になければならない。



中心線



同軸度

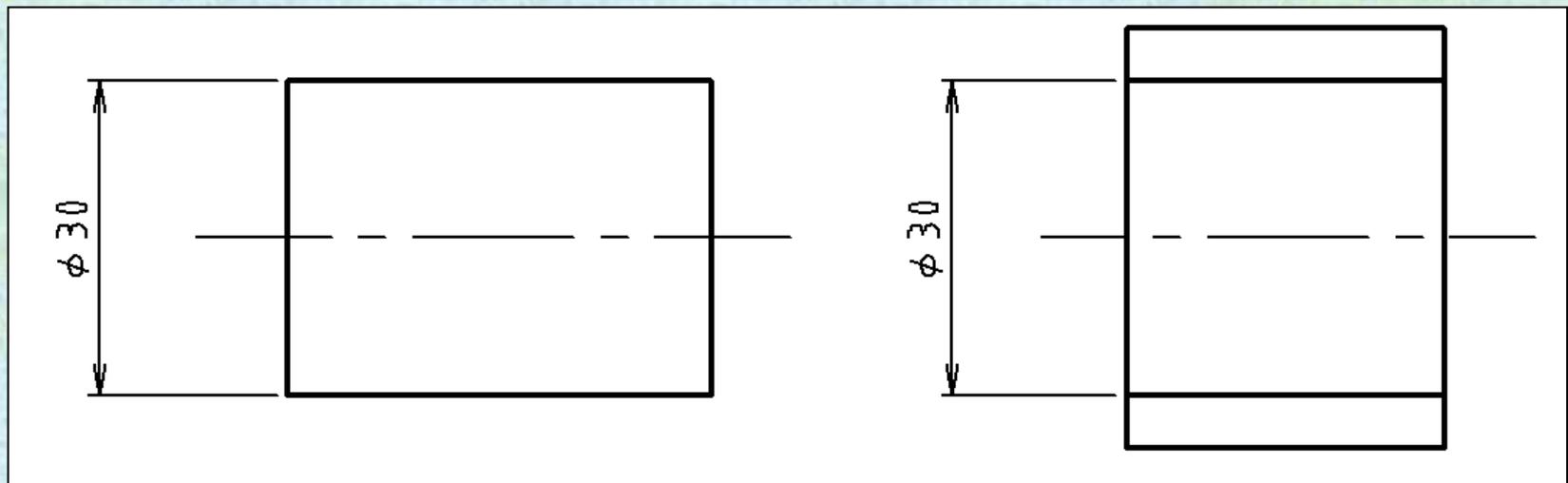
内側の円の実際の(再現した)軸線は、共通データム軸直線A,Bに同軸の直径0.08の円筒公差域の中になければならない。

AとBの軸心がずれていたら？

例題 6) 下の穴軸のハメアイで次の条件を満足させよ.

①寸法公差：最大スキマ=0.2，最少スキマ=0.1

②軸心の真直度規制により干渉せずに嵌合できること.

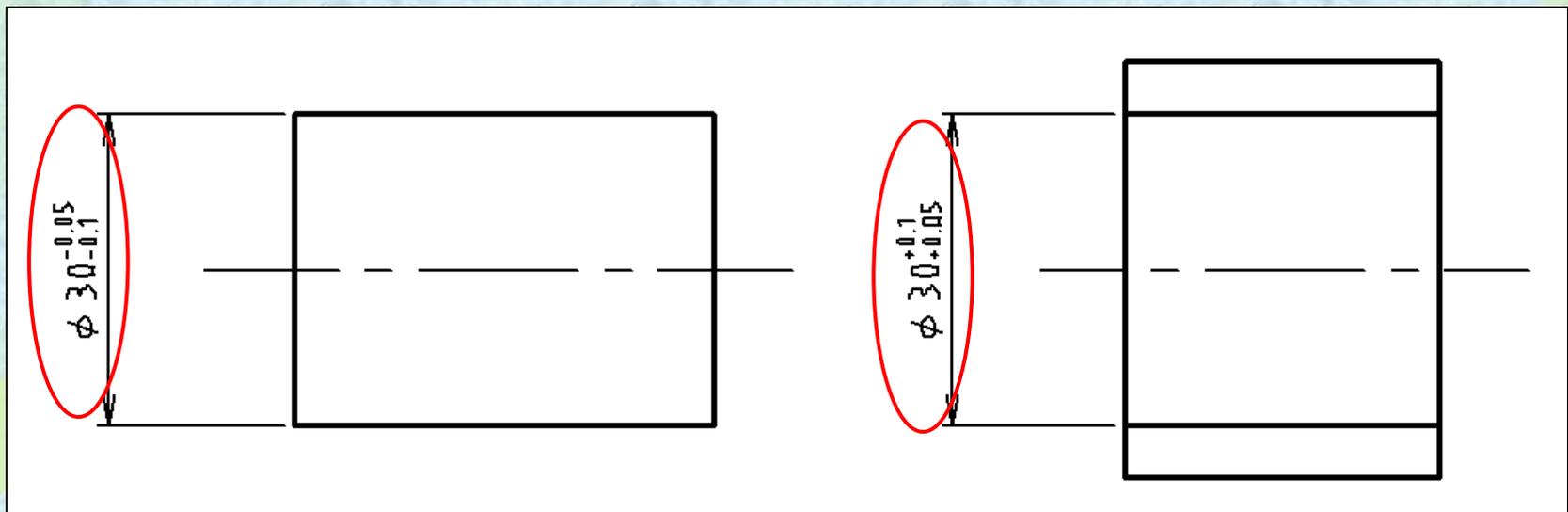


例題 6) の答え

①の条件より

軸 : $\phi 30 \quad -0.1 \sim -0.05$

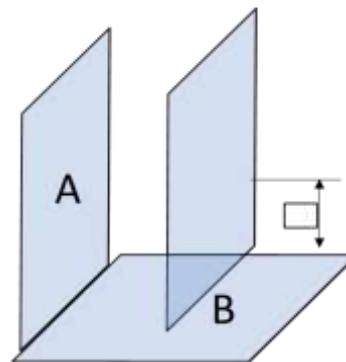
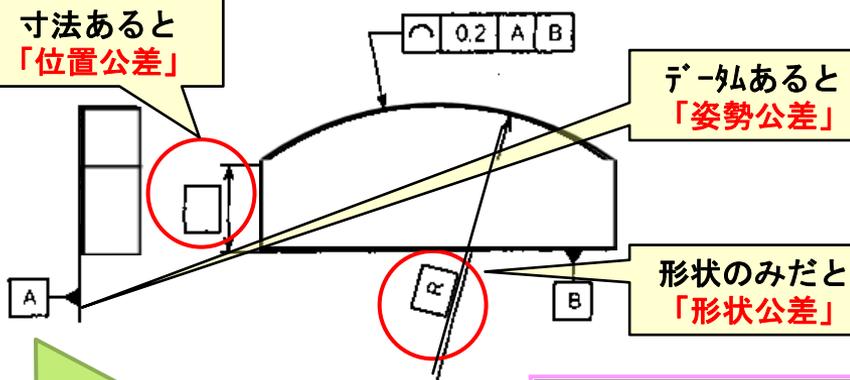
穴 : $\phi 30 \quad 0.05 \sim 0.1$



これだけでOK?

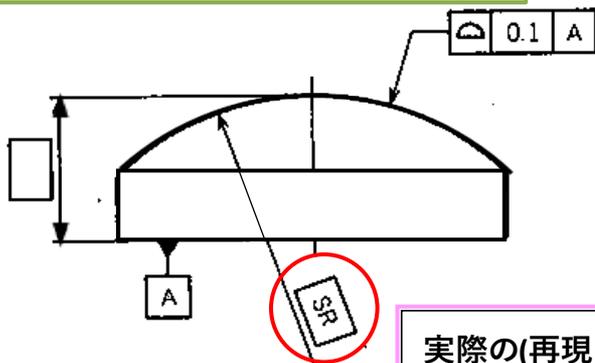
(位置公差) 6.線のor面の輪郭度の定義

寸法あると
「位置公差」

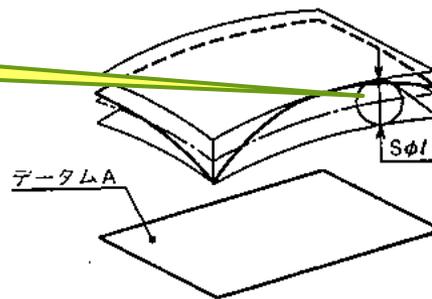


公差域の数値を規制しない。
公差域の**姿勢を規制**する
= 2次デーラム

指示された方向における投影面に平行な各断面において実際の再現した輪郭線は、直径0.2のそしてそれらの円の中心は理想的な幾何学形状をもつ線上に位置する円の二つの包絡線の間になければならない。

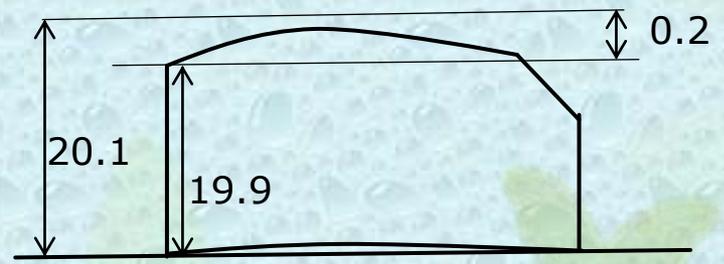
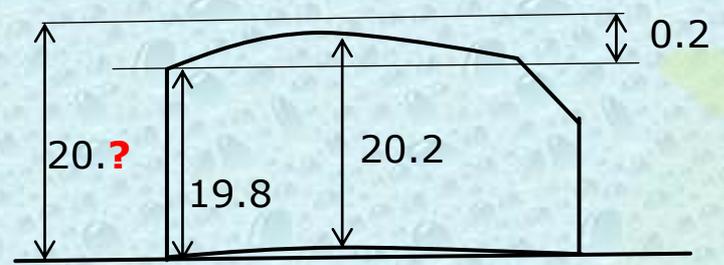
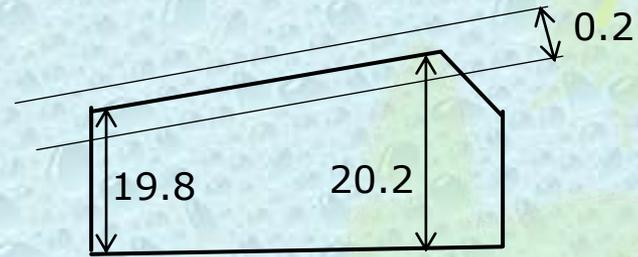
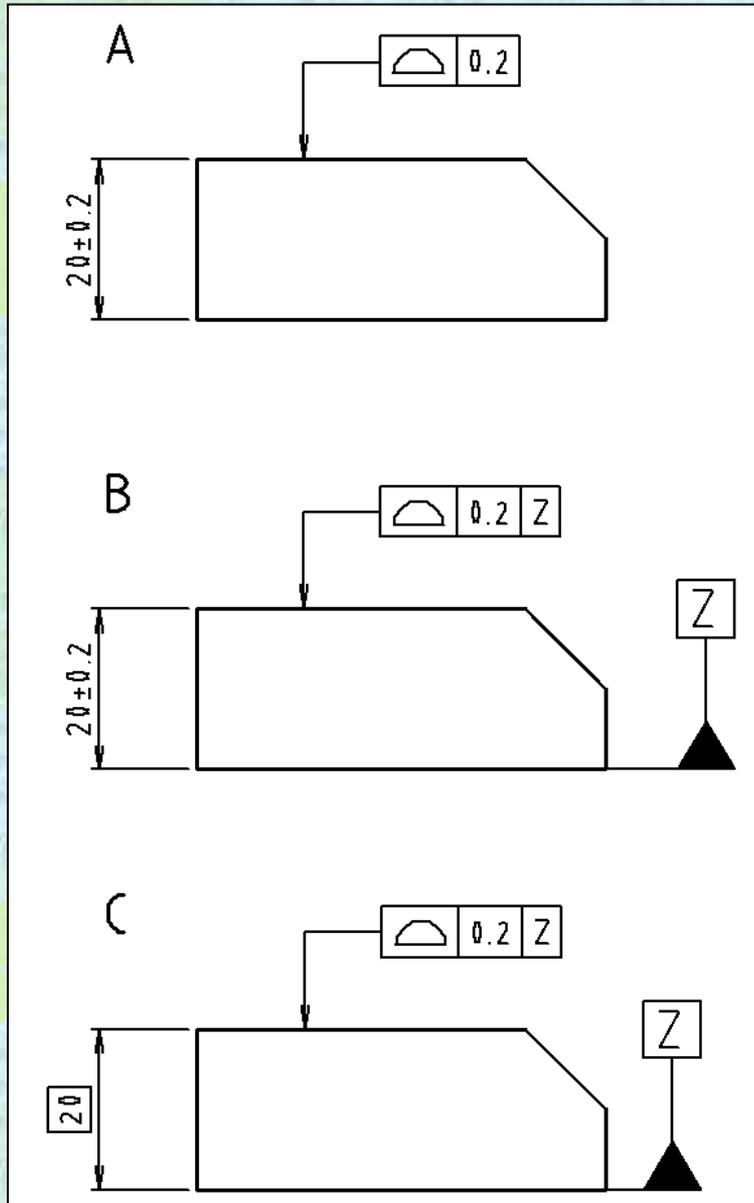


なぜ球なのか？

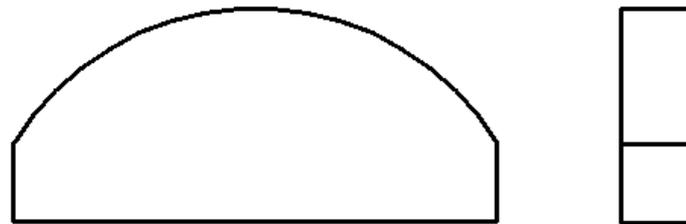
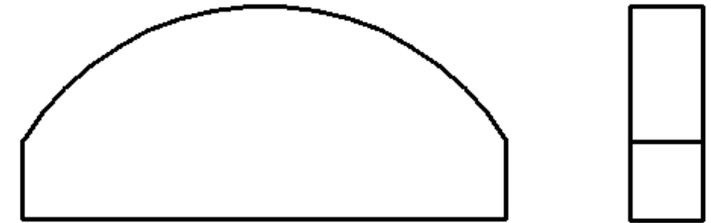
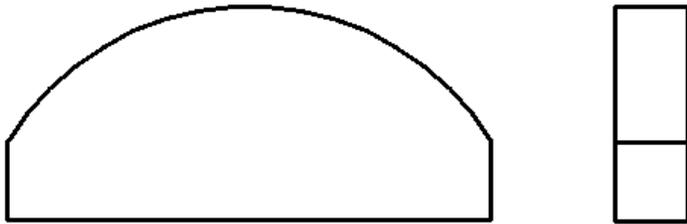


実際の(再現した)表面は、直径0.1のそれらの球のふたつの等間隔の包絡面の間であり、その球の中心はデーラム平面に関して理論的な幾何学形状をもつ表面上に位置する。

なにが違うか考えてください。

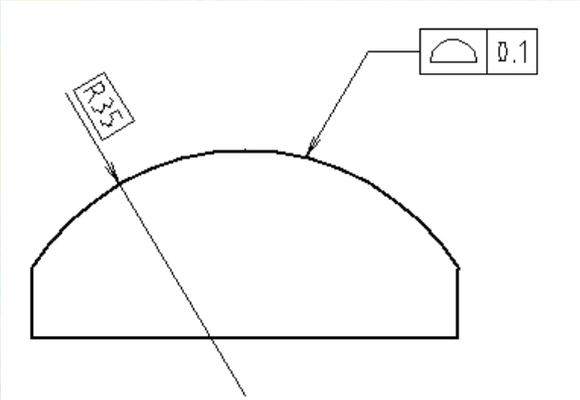


例題 7) 輪郭度公差0.1で円弧部分の1)形状, 2)姿勢, 3)位置を規制せよ.

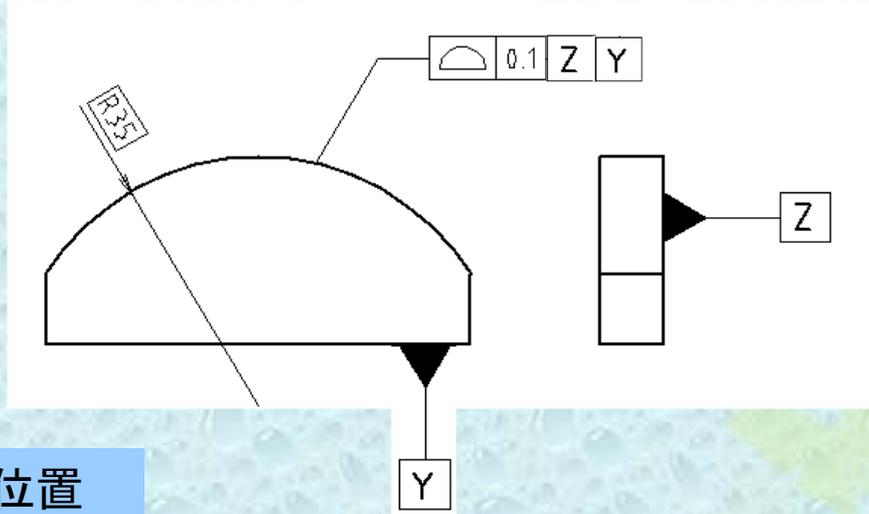


例題 7 解答例

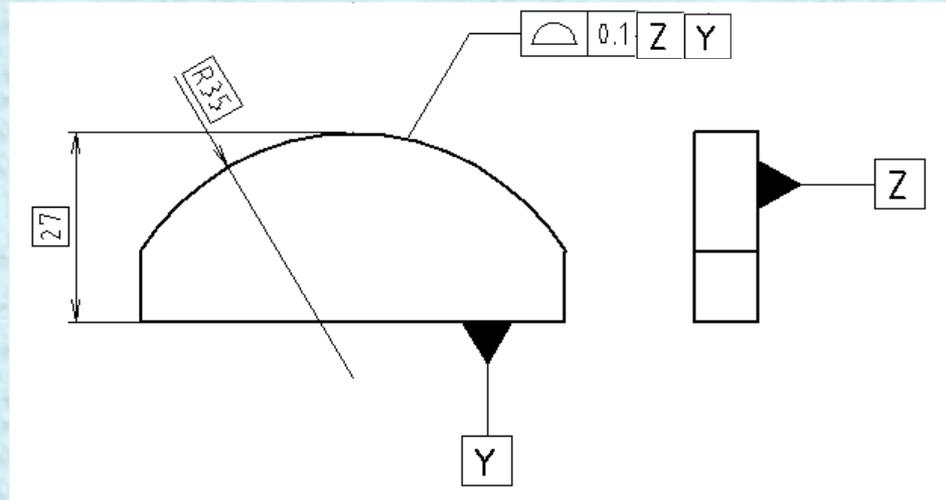
1)形状



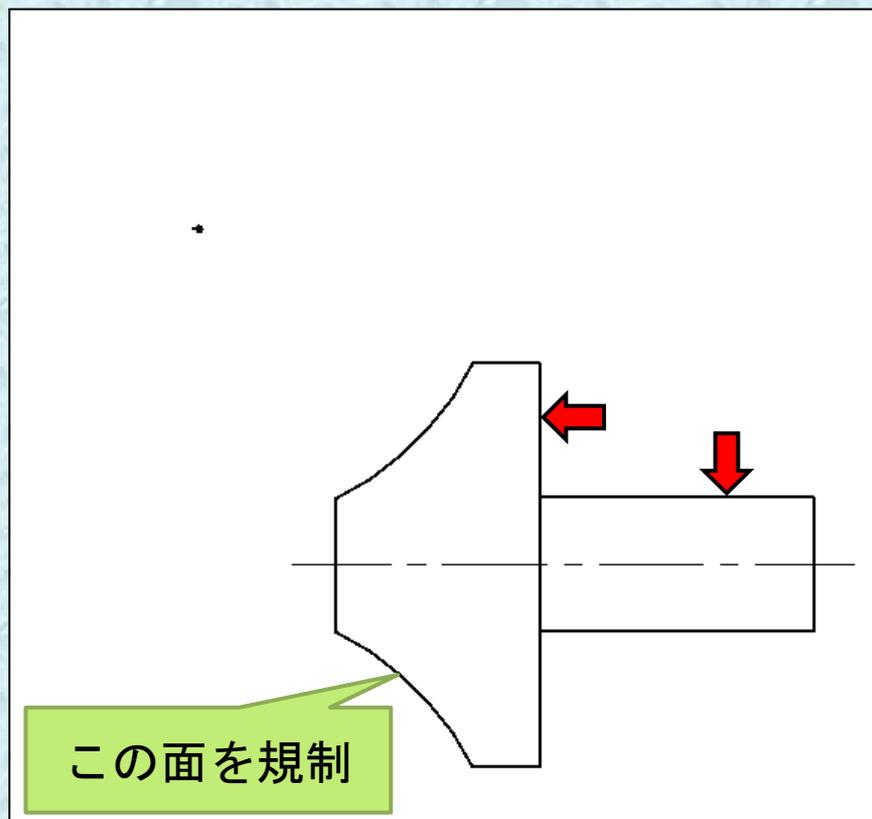
2)姿勢



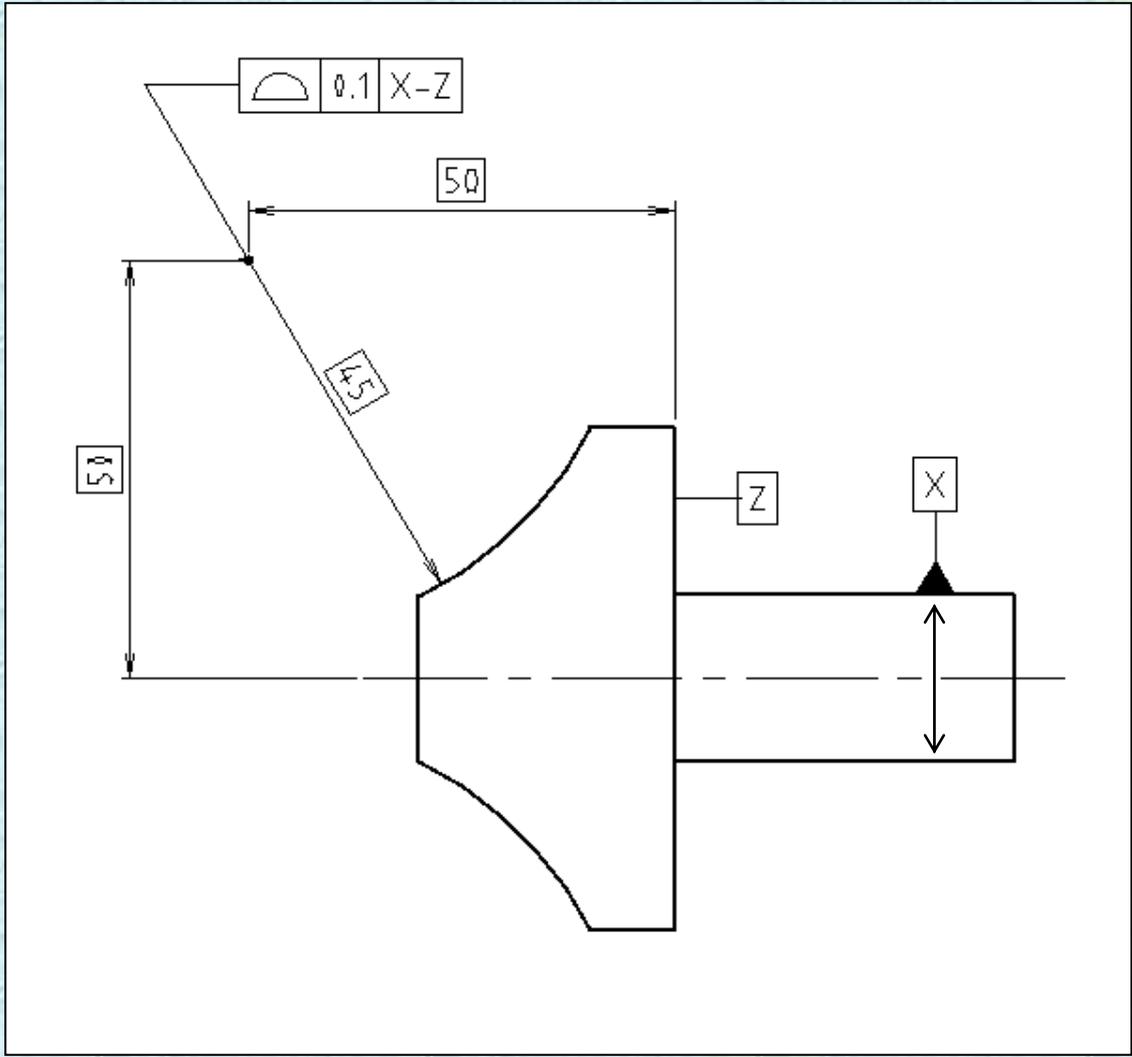
3)位置



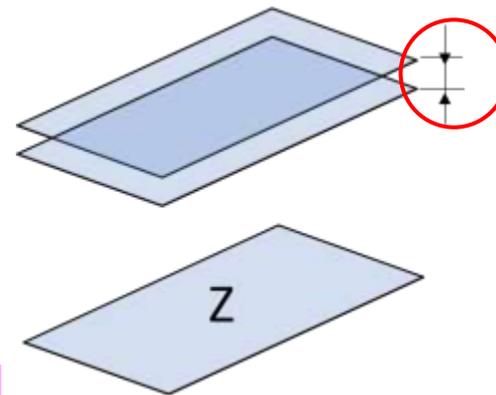
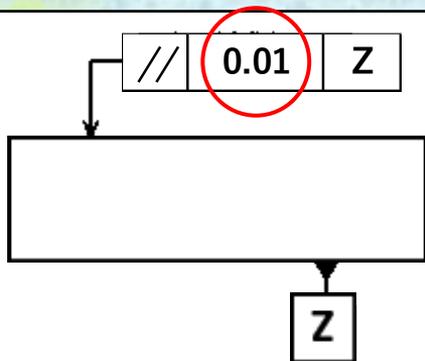
例題 8) 下図において軸と円錐背面を基準に, 輪郭度公差を使って傾斜面を理論形状に対して0.05mm以内に規制せよ



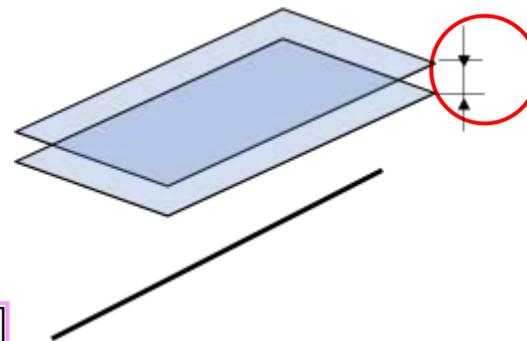
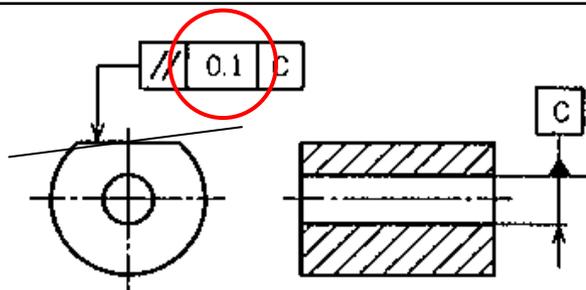
例題 8 解答例



(姿勢公差) 7.面と線の平行度の定義

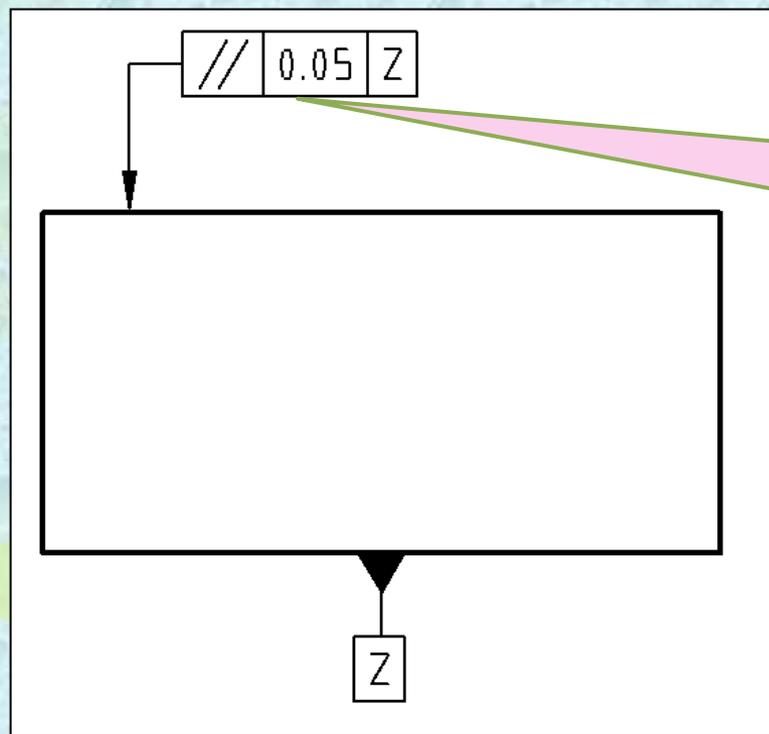


実際の(再現した)平面は、0.01だけ離れ、データム平面に平行な平行2平面の間になければならない。

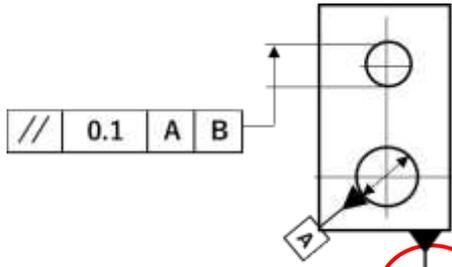


実際の(再現した)表面は、0.1だけ離れ、データム軸直線に平行な平行2平面の間になければならない。

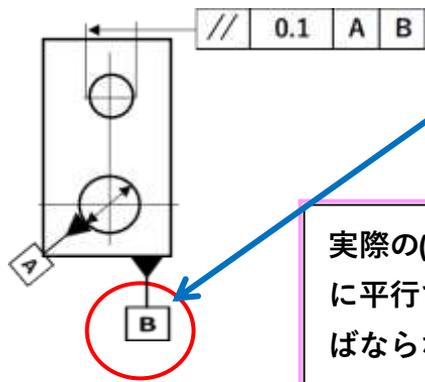
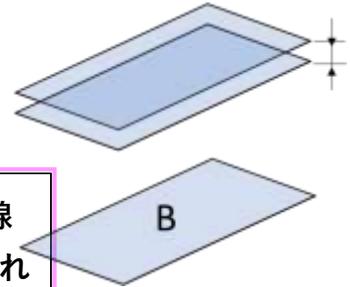
姿勢公差， 振れ公差は形状公差を同時に規制できる



▭ 平面度0.05以上を許さない

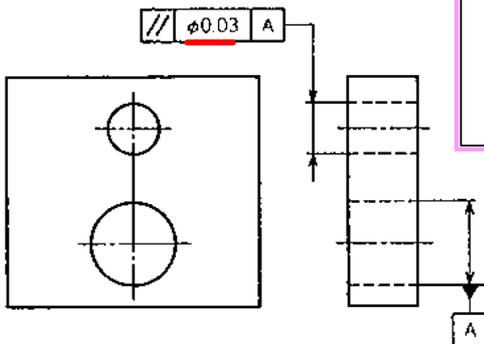
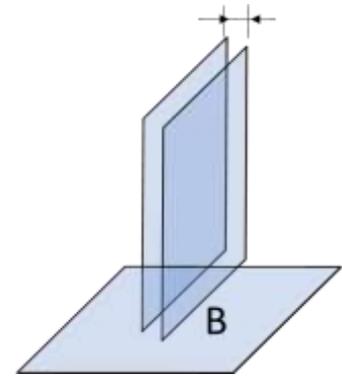


実際の(再現した)軸線は、0.1だけ離れ、データム軸直線に平行で、指示された方向にある平行平面の間になければならない。

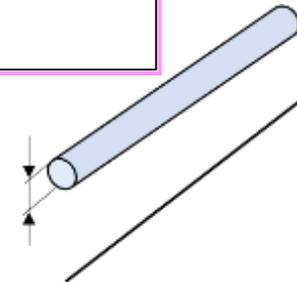


(もしデータム**B**がなければ. . ?)

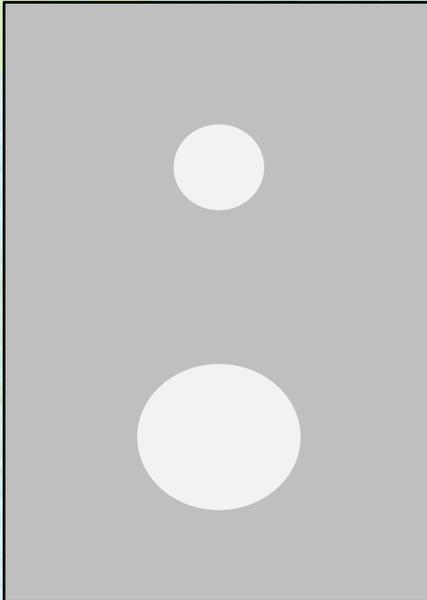
実際の(再現した)軸線は、0.1だけ離れ、データム軸直線に平行で、指示された方向にある平行平面の間になければならない。



実際の(再現した)軸線は、データム軸直線に平行な直径0.03の円筒公差域の中になければならない。

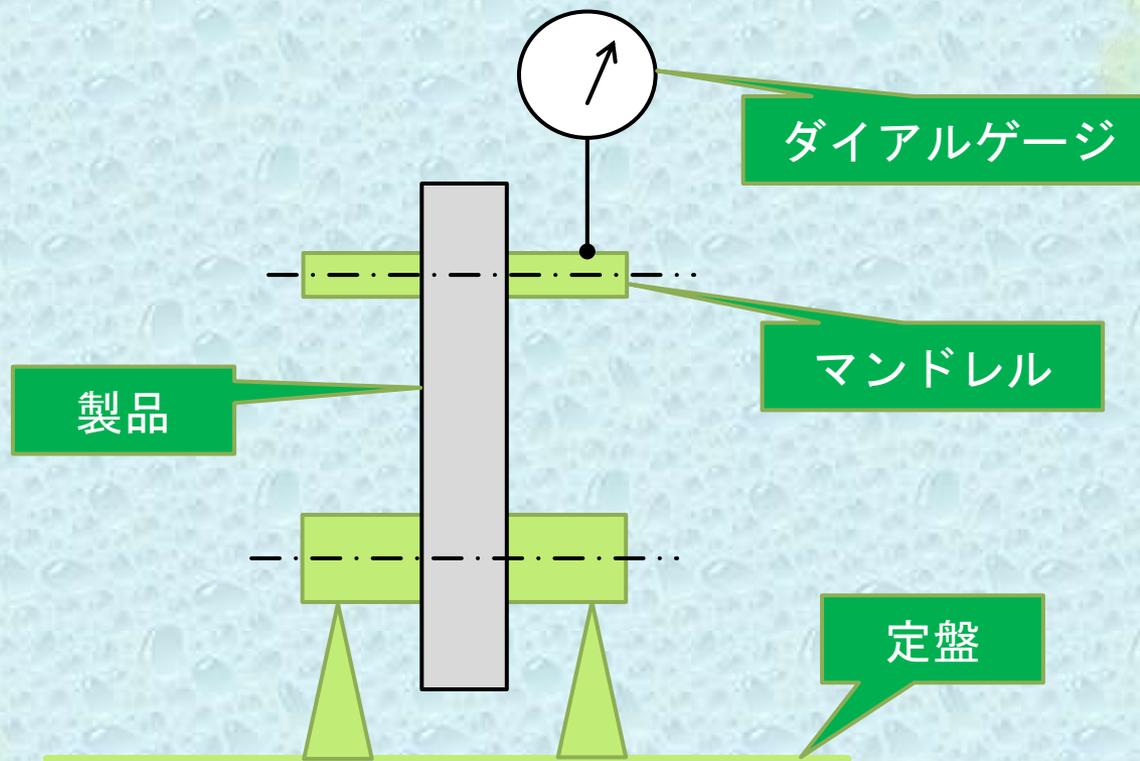


例題 9) 2つの穴の平行度の簡易検査方法を考えよ.

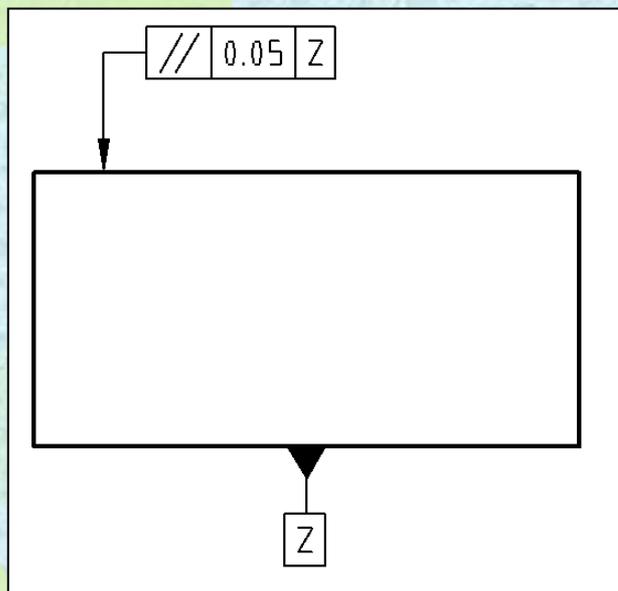


例題9の答え

検査方法例：「マンドレル+ダイヤルゲージ」



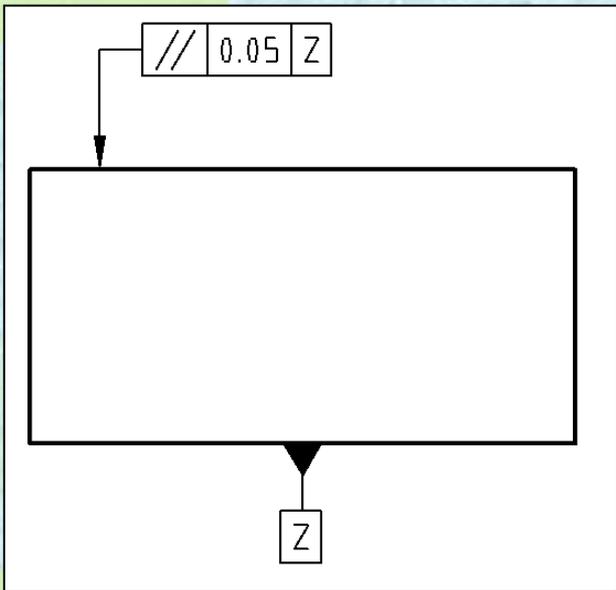
例題10) 線または面の輪郭度を使って平行度と等価な規制をせよ。



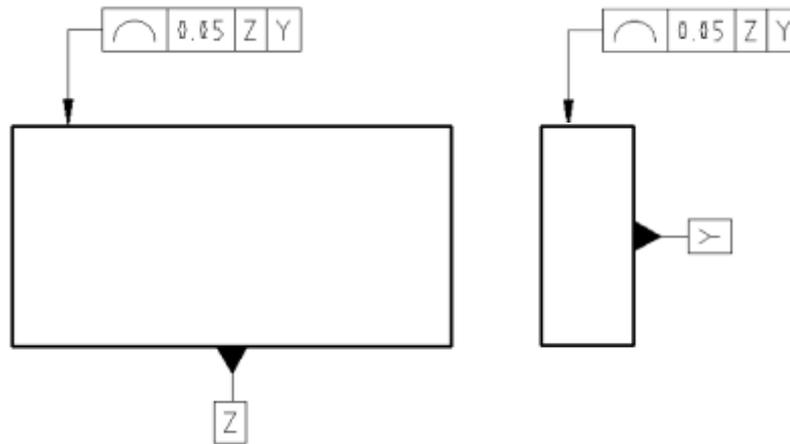
線の輪郭度

面の輪郭度

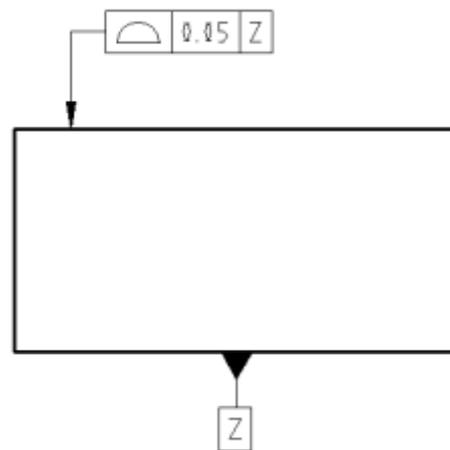
解答例 10



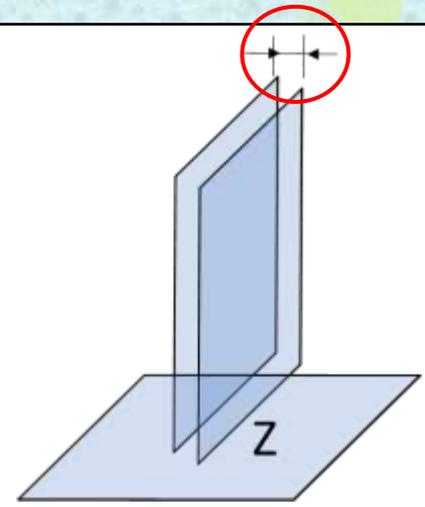
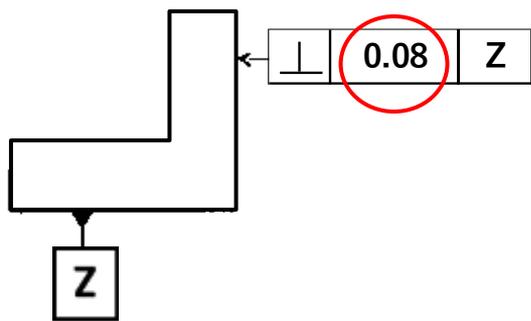
線の輪郭度



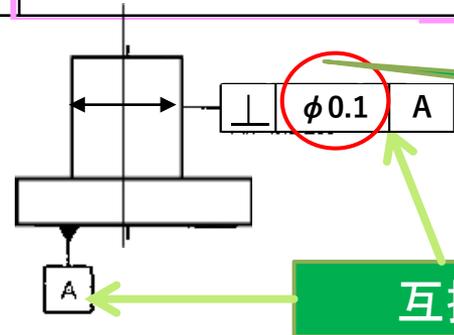
面の輪郭度



(姿勢公差) 8. 直角度の定義

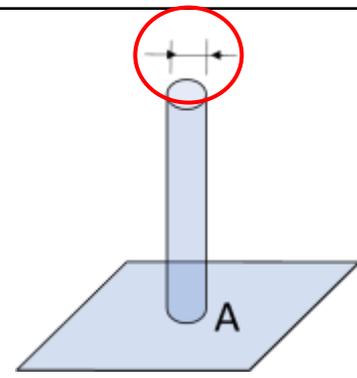


実際の(再現した)表面は、0.08だけ離れ、データム平面に直角な平行2平面の間になければならない。

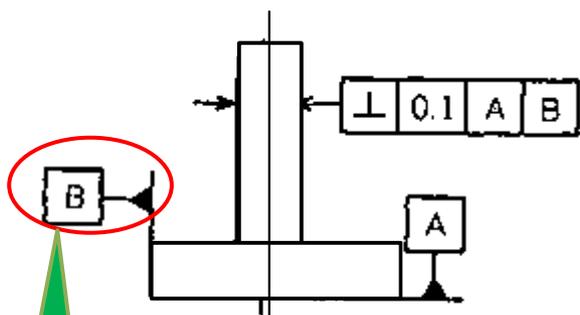


「0.1」の場合の定義は？

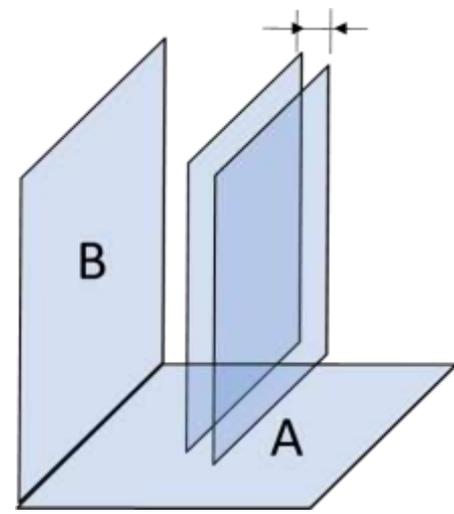
互換が可？



円筒の実際の(再現した)軸線はデータム平面Aに直角な直径0.1の円筒公差域の中になければならない。

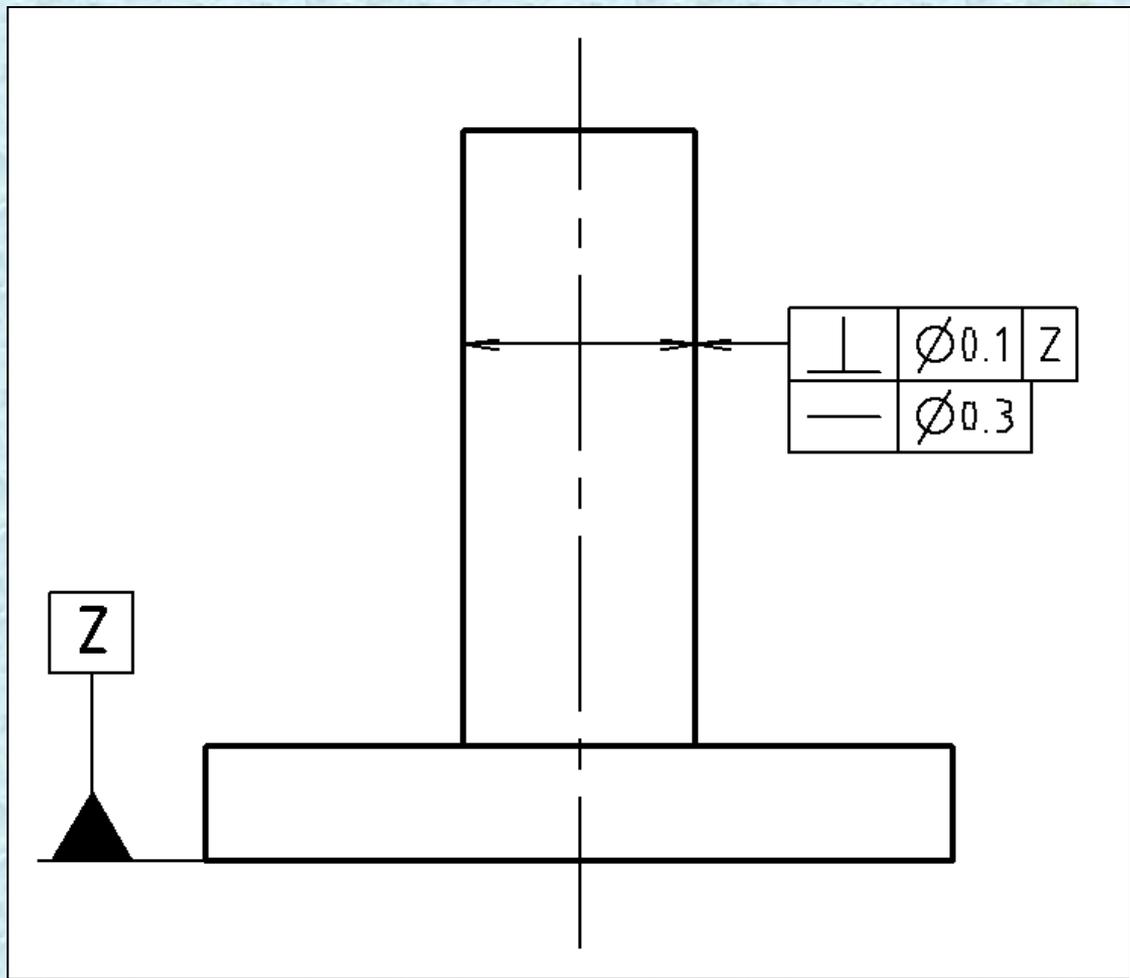


注意！



円筒の実際の(再現した)軸線は、0.1だけ離れ、データム平面に直角な平行2平面の間になければならない。

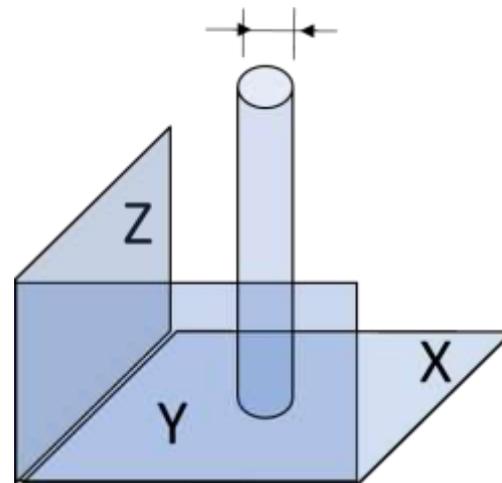
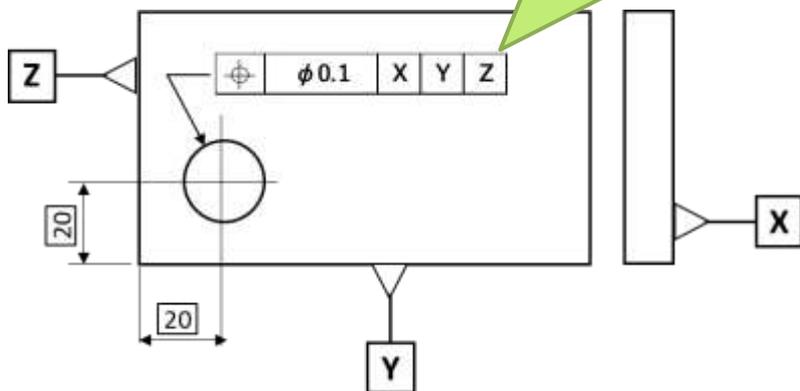
例題 1 1) 間違いさがし



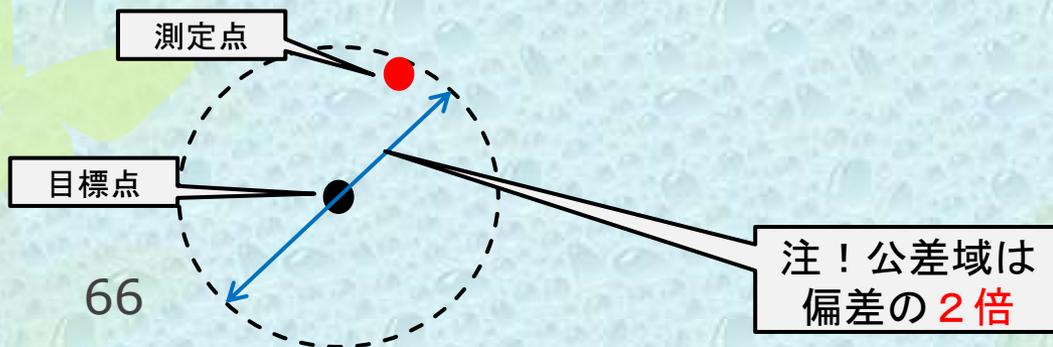
直角度（姿勢公差） >
真直度（形状公差）

(位置公差) 9.位置度の定義

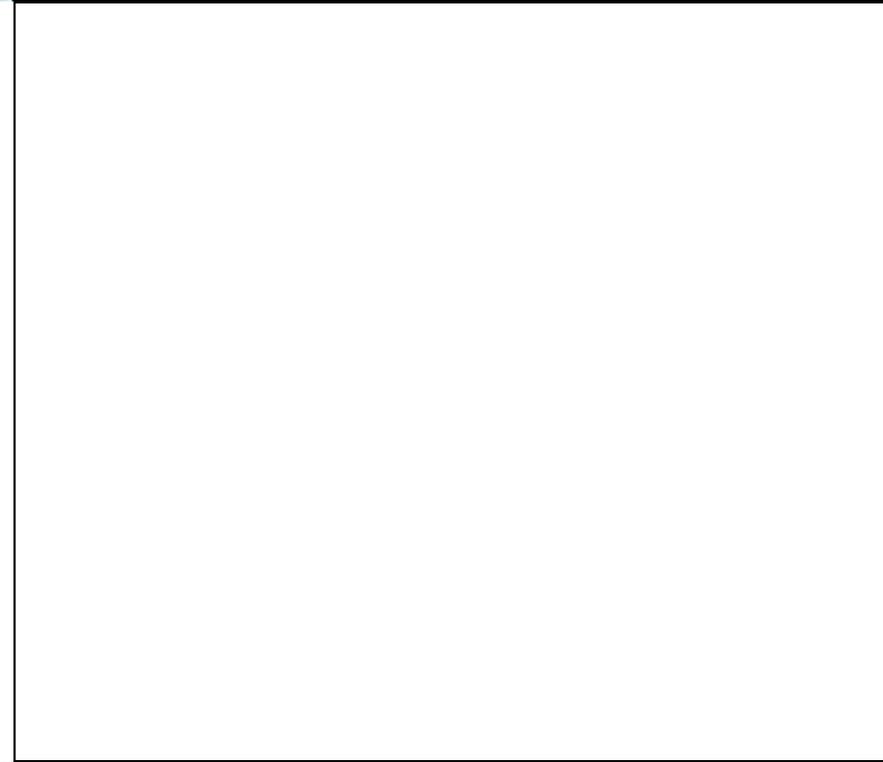
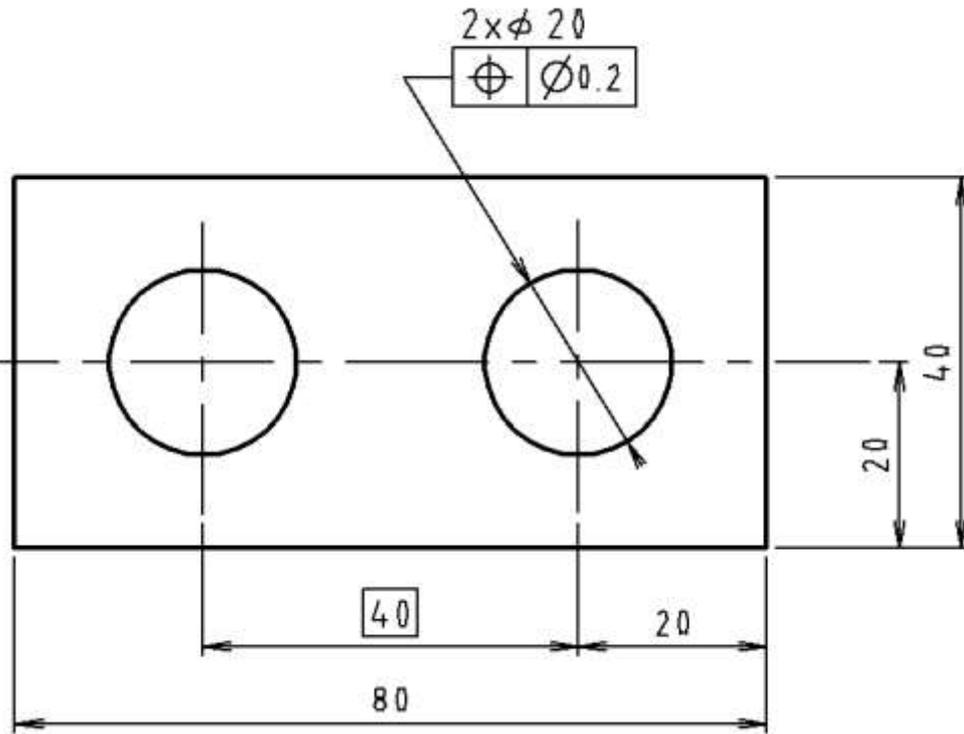
位置度は3平面データムが一般的



実際の(再現した)軸線は、その穴の軸線がデータム平面X,Y,Zに関して理論的に正確な位置にある直径0.1の円筒公差域の中になければならない。

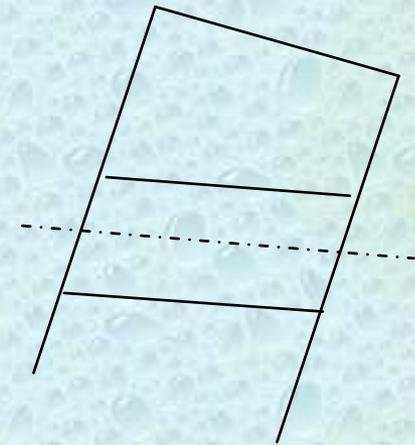
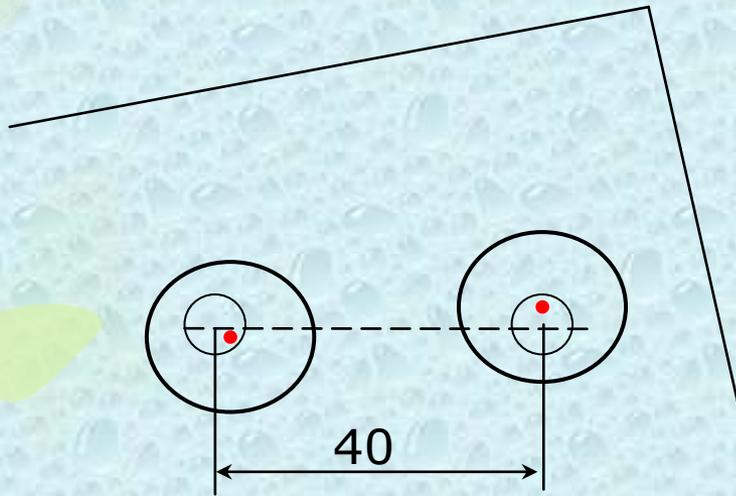


例題12) データがない場合, 想定できる**最悪の形状**を考えよ.



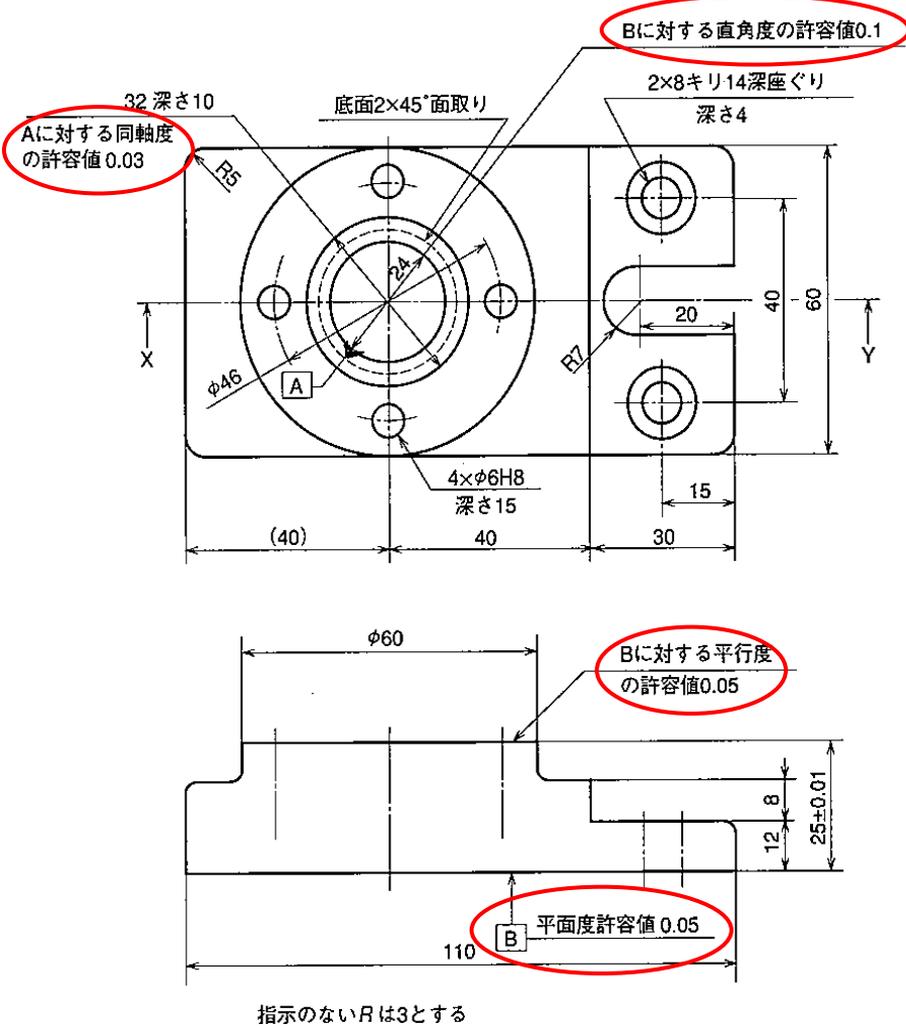
例題 1 2 の答え

- ・ ふたつの穴の距離のみを規制する.
- ・ ふたつの軸線は, 互いに並行で40mm離れた位置にある $\phi 0.2$ mmの円筒内にある.
- ・ 底面に対する倒れ, 上下左右からの位置は規制されない.
- ・ 穴の大きさは普通公差にしたがい $\phi 20 \pm 0.3$ となる.



例題13) X-Yで全断面図にして幾何公差を記入せよ。

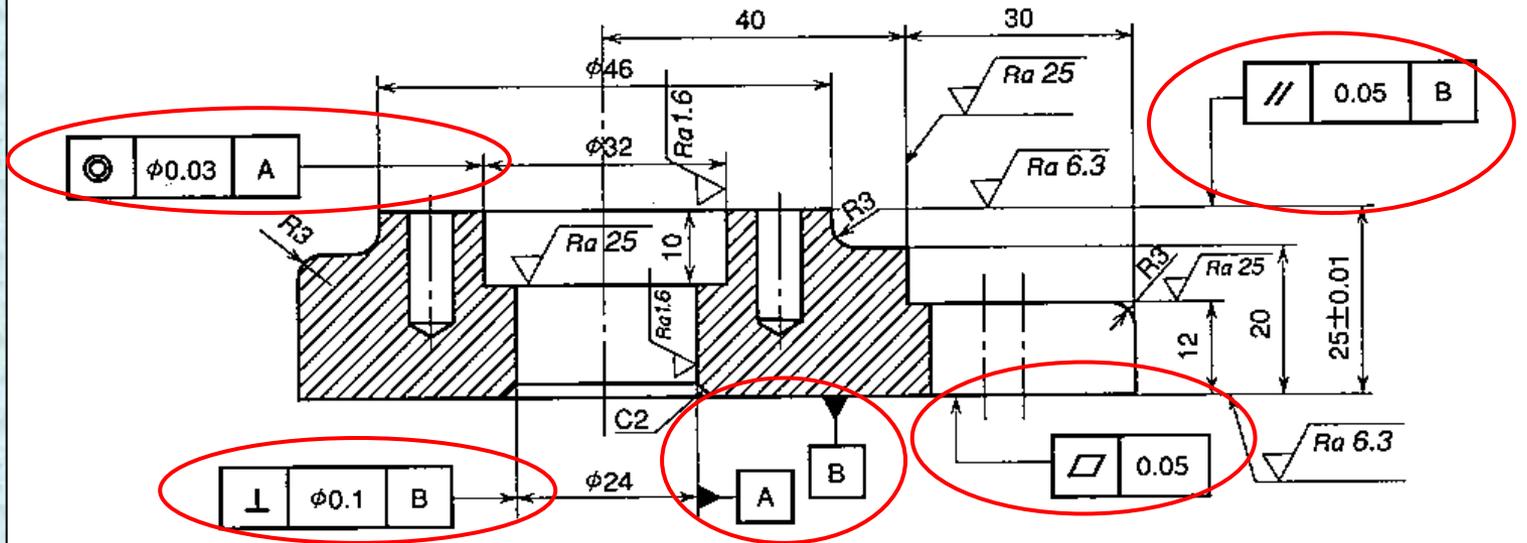
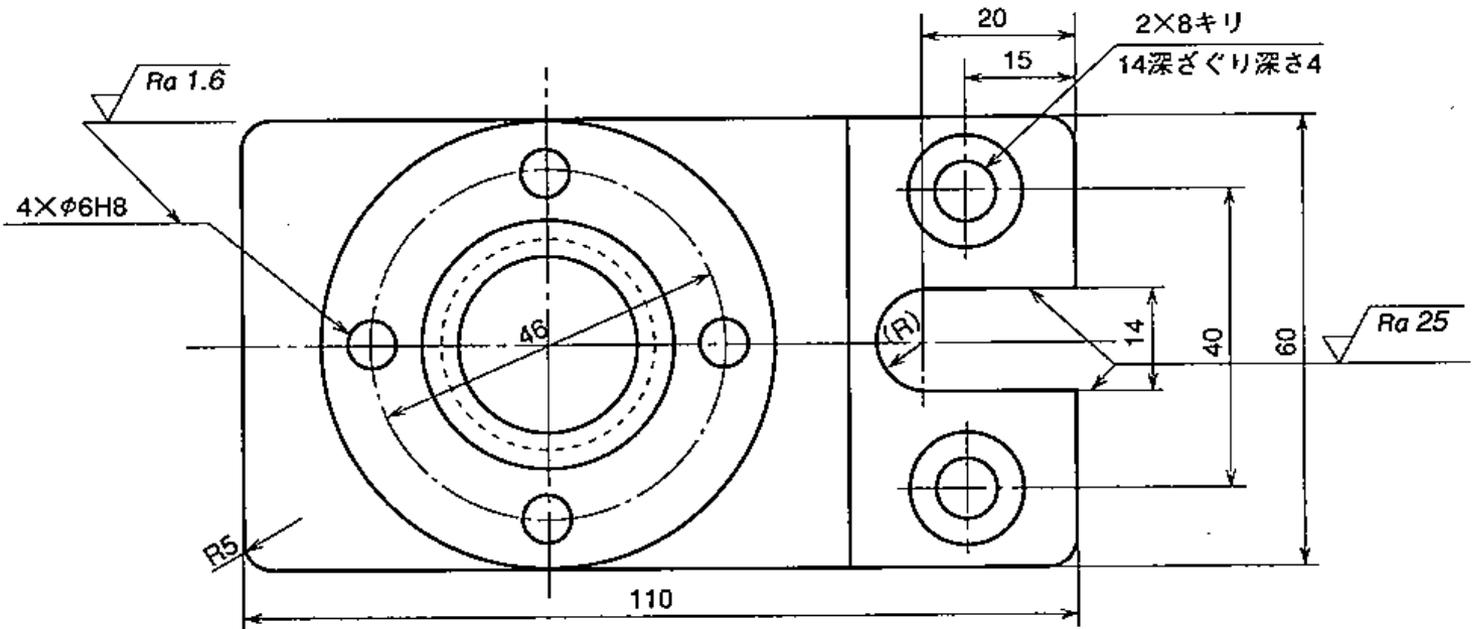
(能力開発研究センター「機械製図」より)



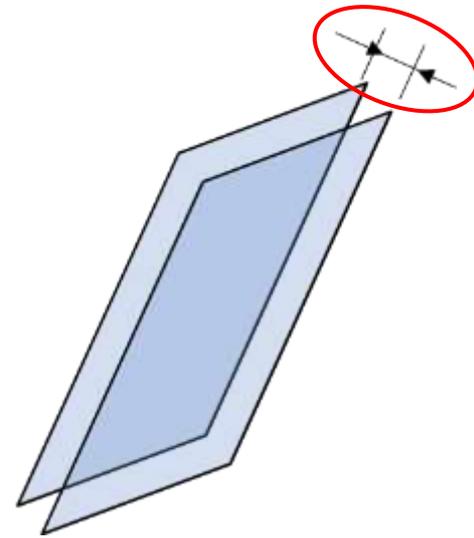
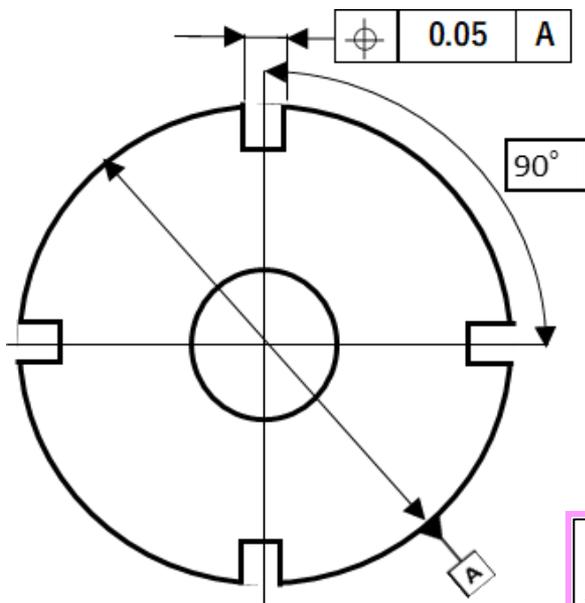
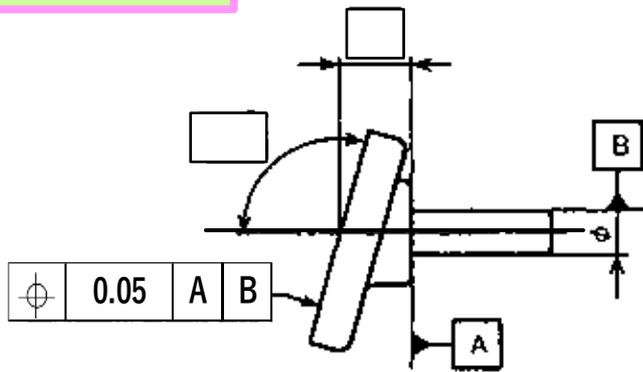
- ①全断面図を描く
- ②データーを記入
- ③幾何公差を記入

解答例
13

[4]

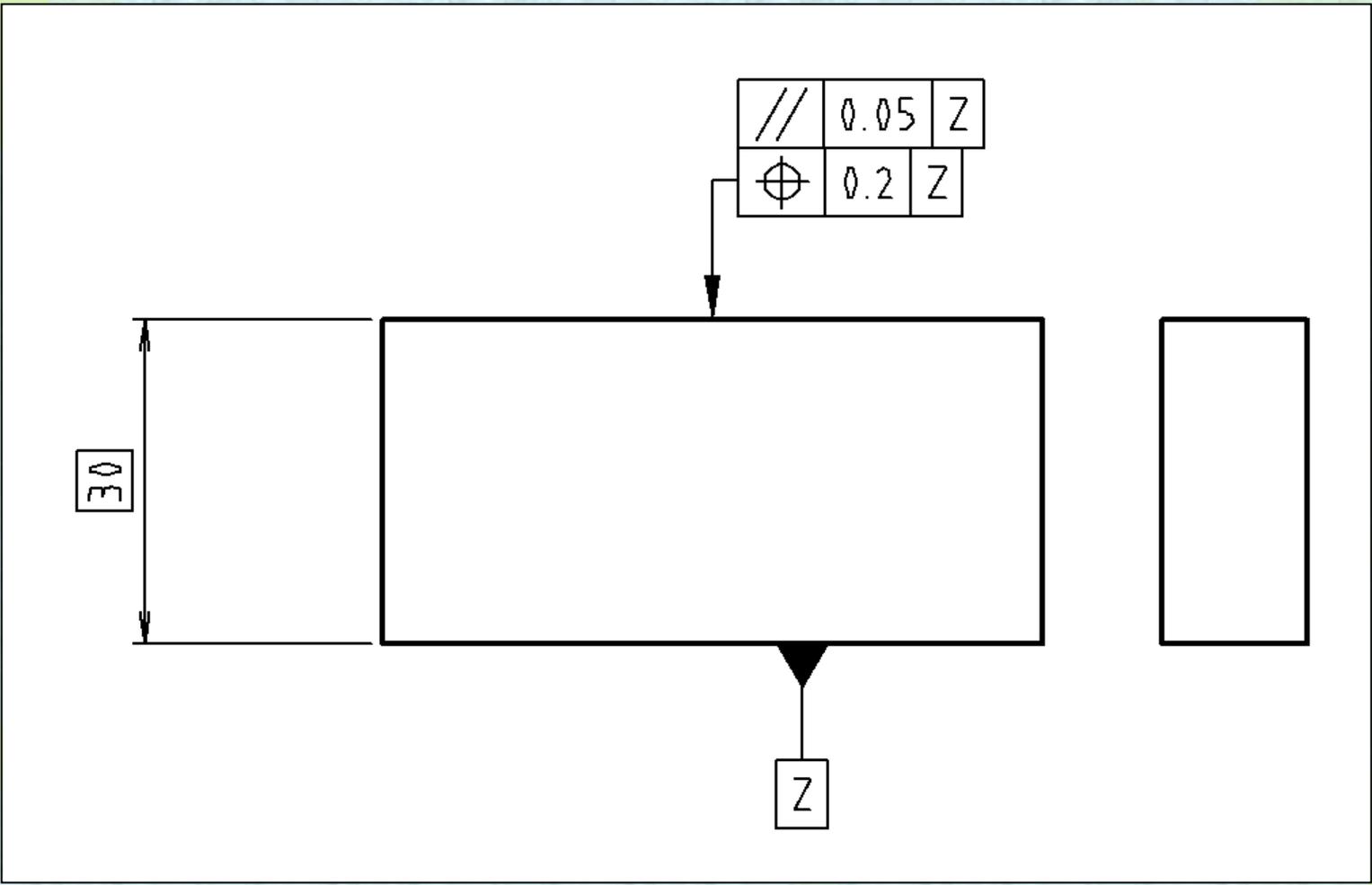


位置度-2

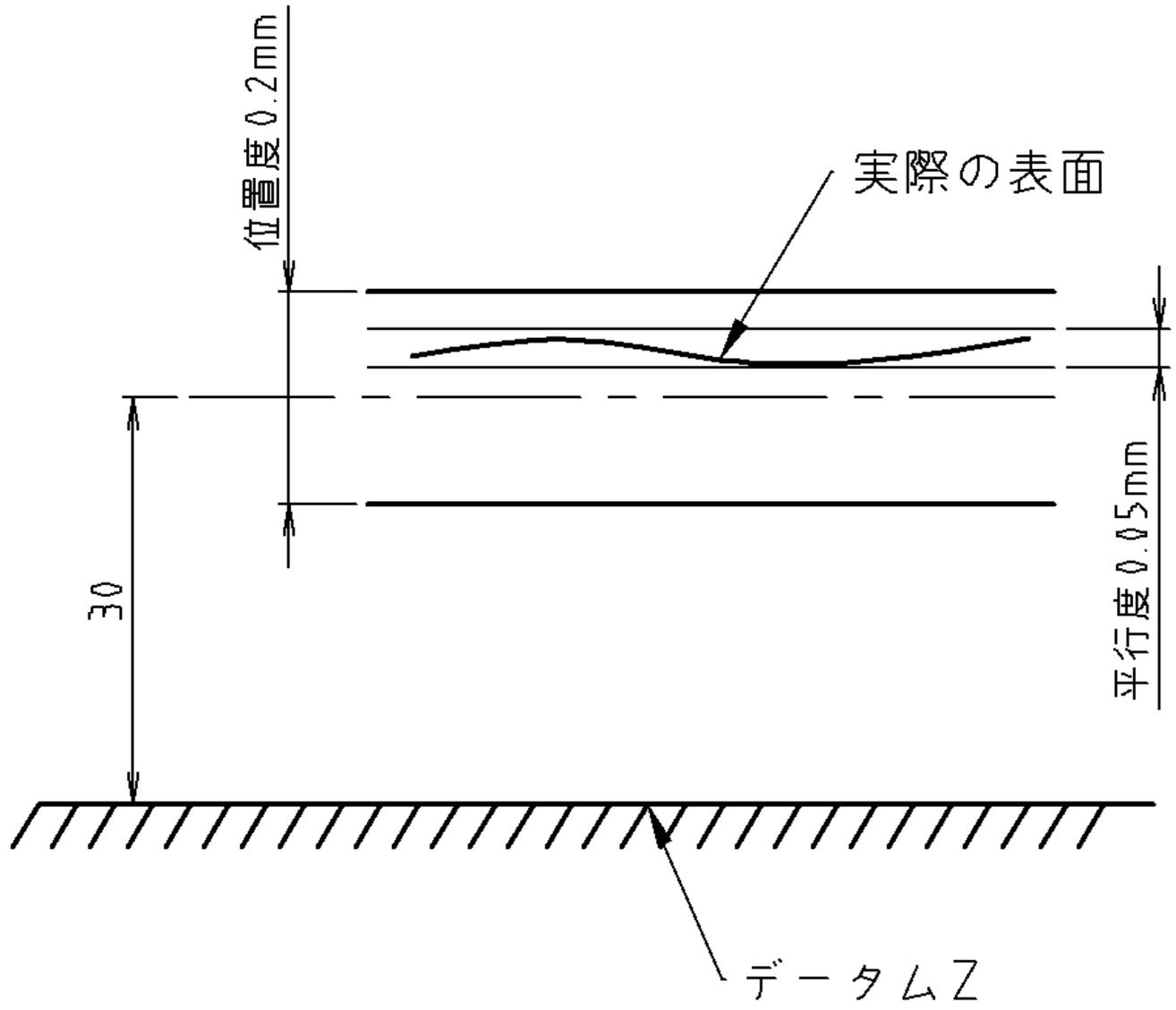


実際の(再現した)表面は、0.05だけ離れ、データム軸直線Bおよびデータム平面Aに関して表面の理論的に正しい位置に対して対象に置かれた平行2平面の間になければならない。

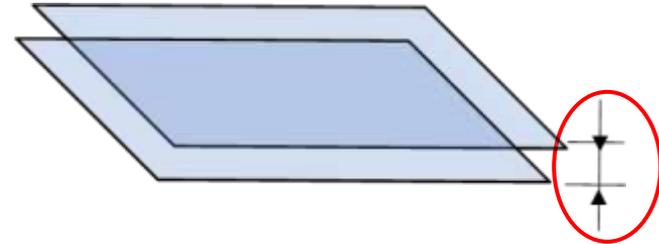
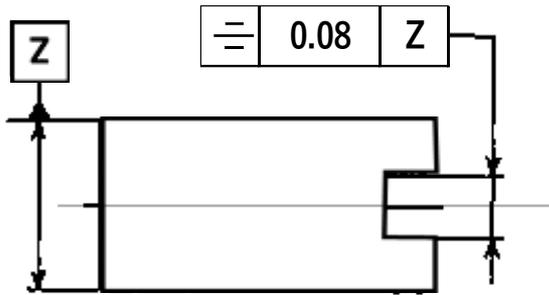
例題 1 4) 姿勢公差と位置公差の組合せを解釈せよ.



例 1 4 解答



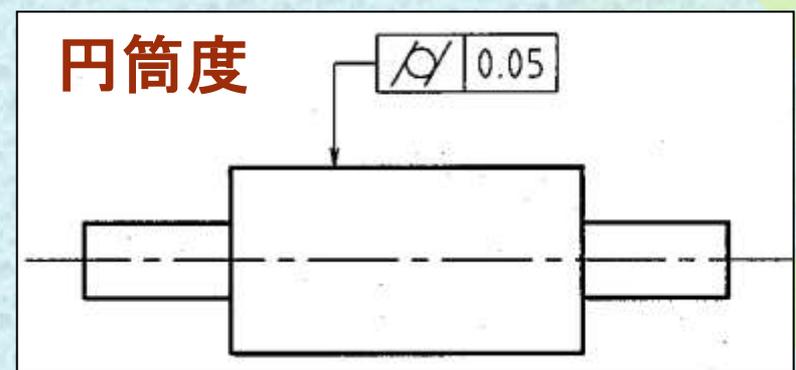
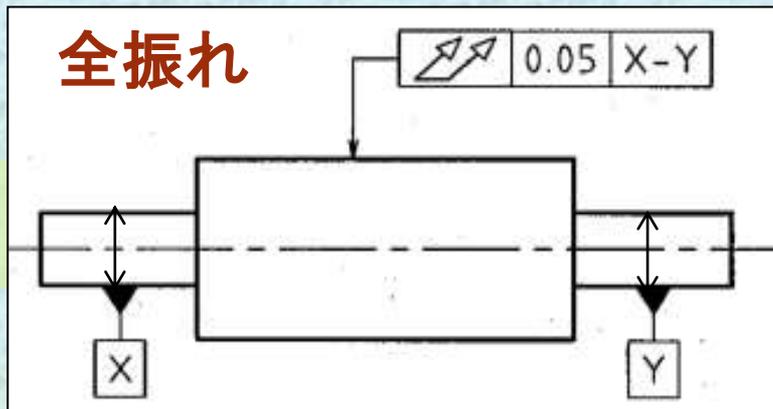
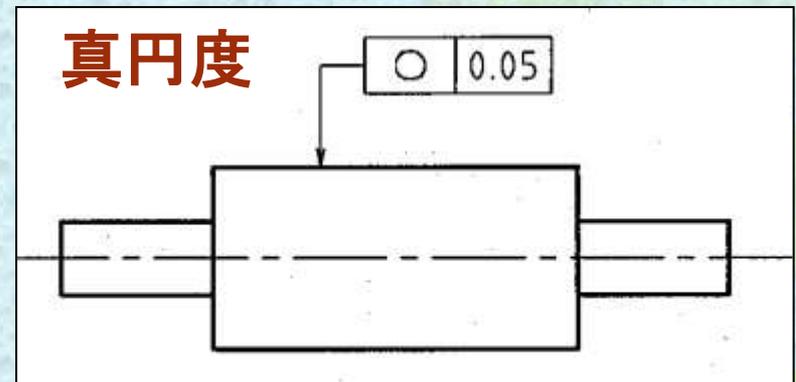
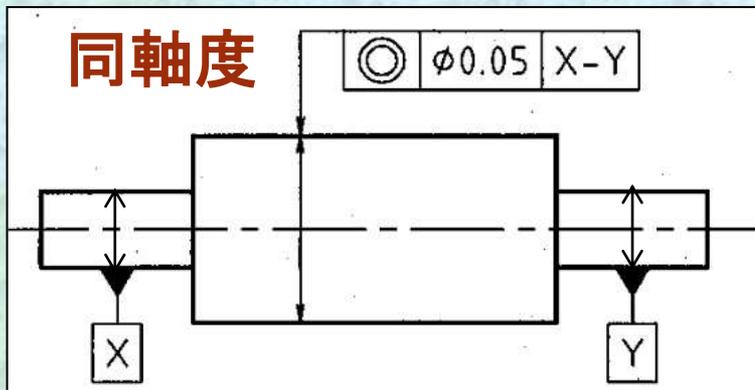
(位置公差) 10. 対称度の定義



実際の(再現した)中心平面は、データム中心平面Zに対称な0.08だけ離れた平行2平面の間になければならない。

公差の力関係について

(幾何形状規制の厳しい順に並べよ)

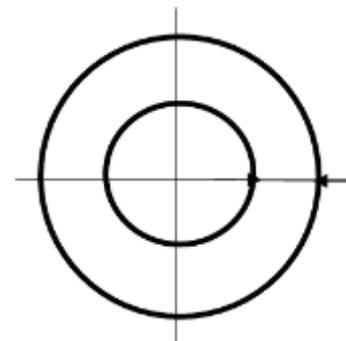
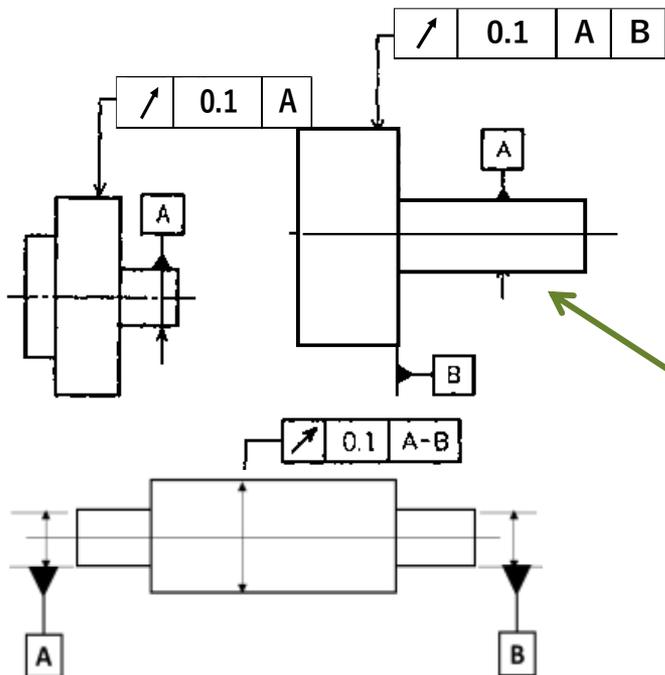


(解答)

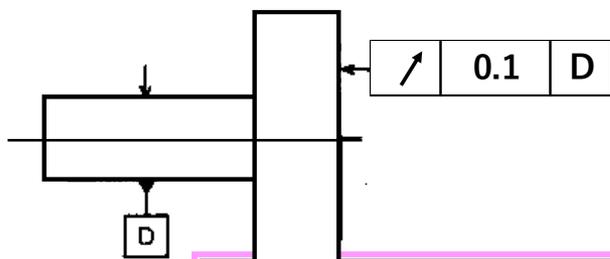
全振れ ⊃ 円筒度・同軸度
⊃ 真円度

振れ公差の中には位置公差を含み位置公差の中には姿勢公差を含み姿勢公差の中には形状公差を含む。

(振れ公差) 10.円周振れの定義



回転方向の実際の(再現した)円周振れは、データム軸直線Aのまわりをそしてデータム平面Bに同時に接触させて回転する間に、任意の横断面において0.1以下でなければならない。

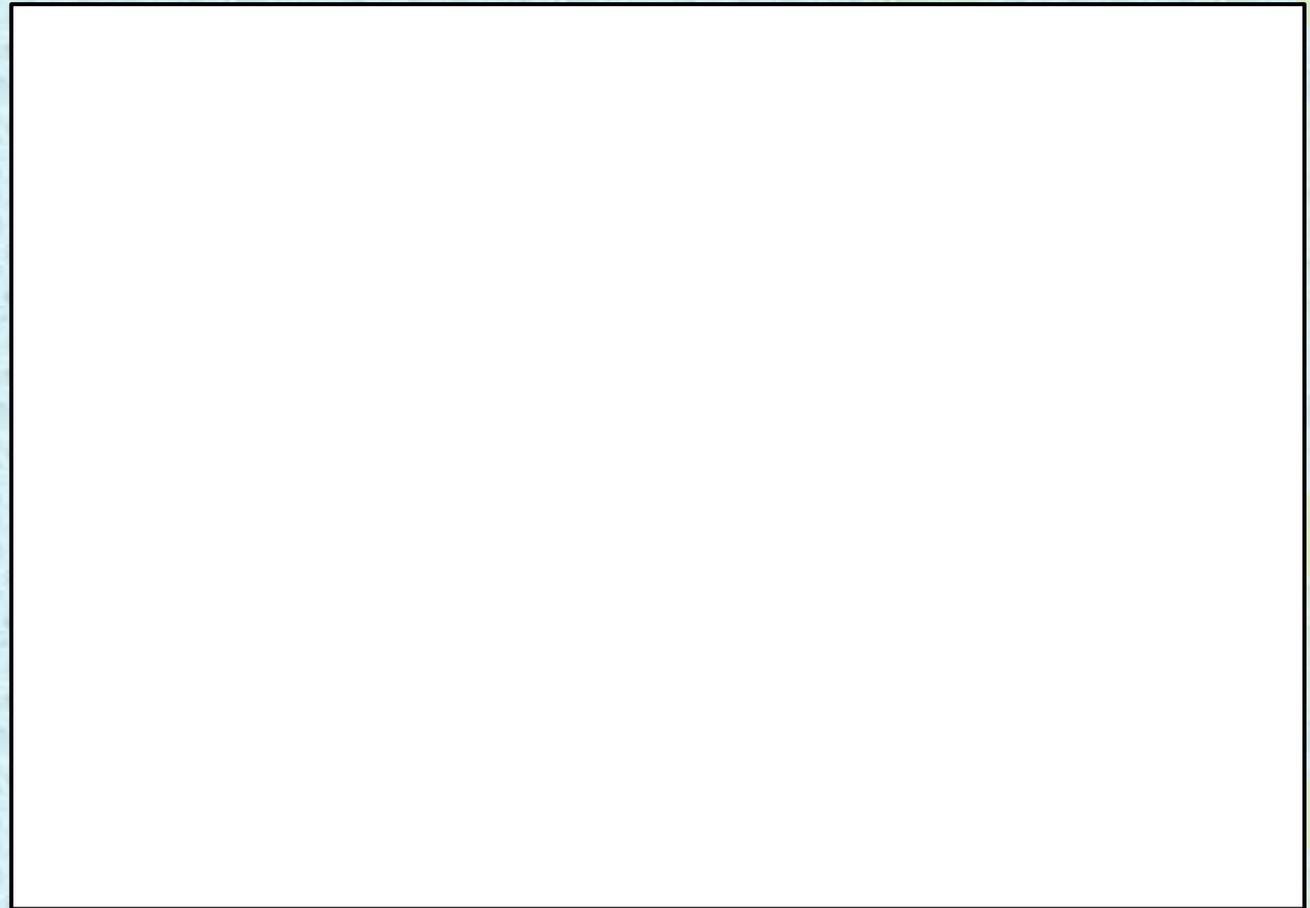
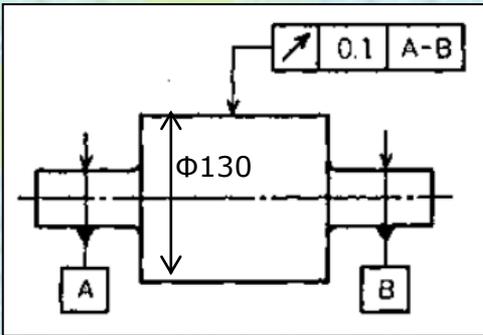


データム軸直線Dに一致する円筒軸において、実際の(再現した)線は0.1離れた二つの円の間になければならない。



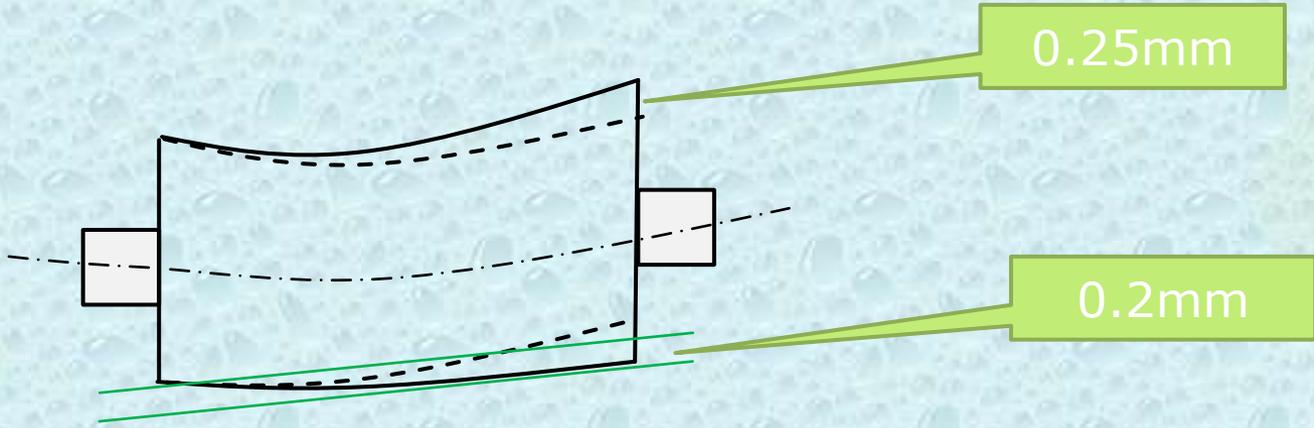
例題 1 5) 円周振れの許容される範囲

下の図で中央円筒部がとり得る**最悪の形状**を図に示せ.

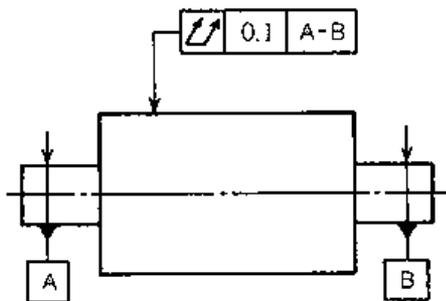


解答例 1 5

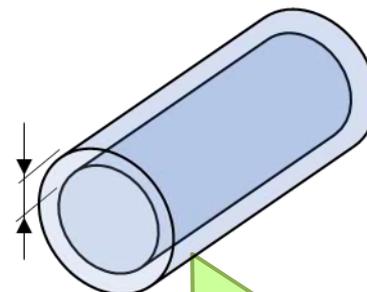
- ① 普通公差 $\Phi 130 \pm 0.5$
→ 片側 0.25mm
- ② 振れ公差 0.1mm
→ 各断面の真円度 0.1mm
- ③ 真直度普通公差 0.2mm



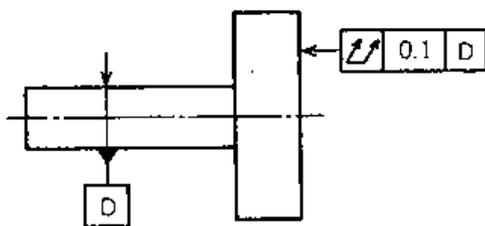
(振れ公差) 1.1. 全振れの定義



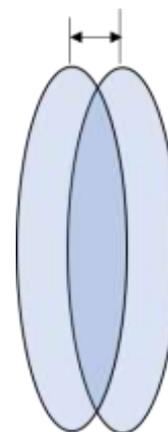
実際の(再現した)表面は、0.1の半径の差で、その軸線が共通データム軸直線A-Bに一致する同軸の二つの円筒の間になければならない。



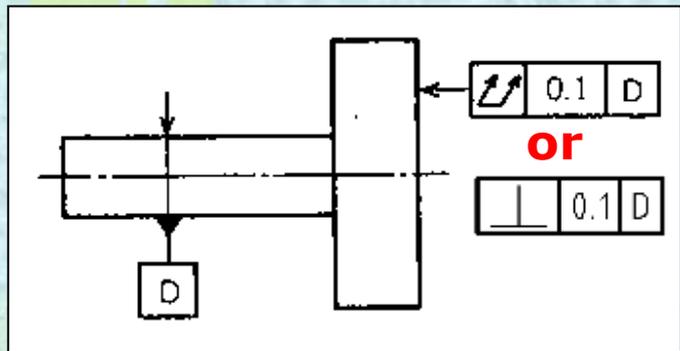
同軸度+円筒度



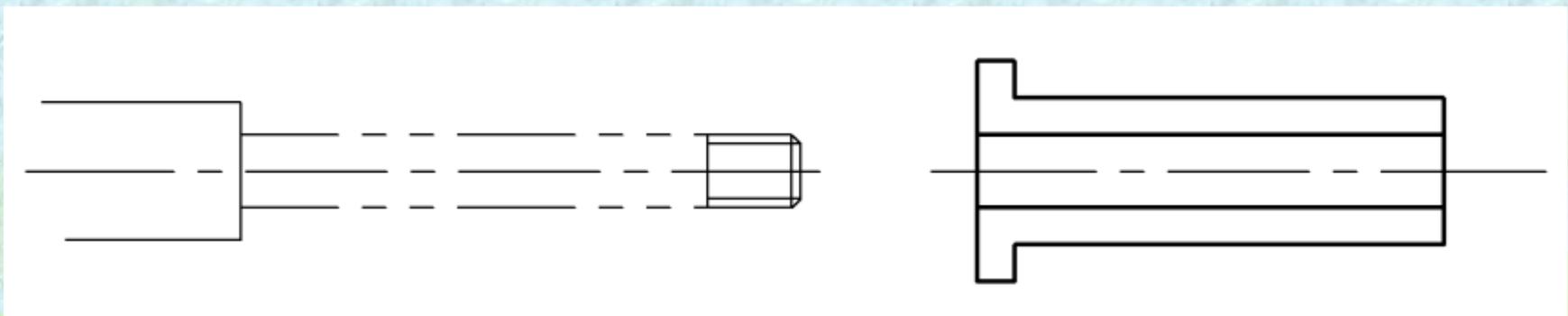
実際の(再現した)表面は、0.1の半径の差で、データム軸直線Dに直角な平行2平面の間になければならない。



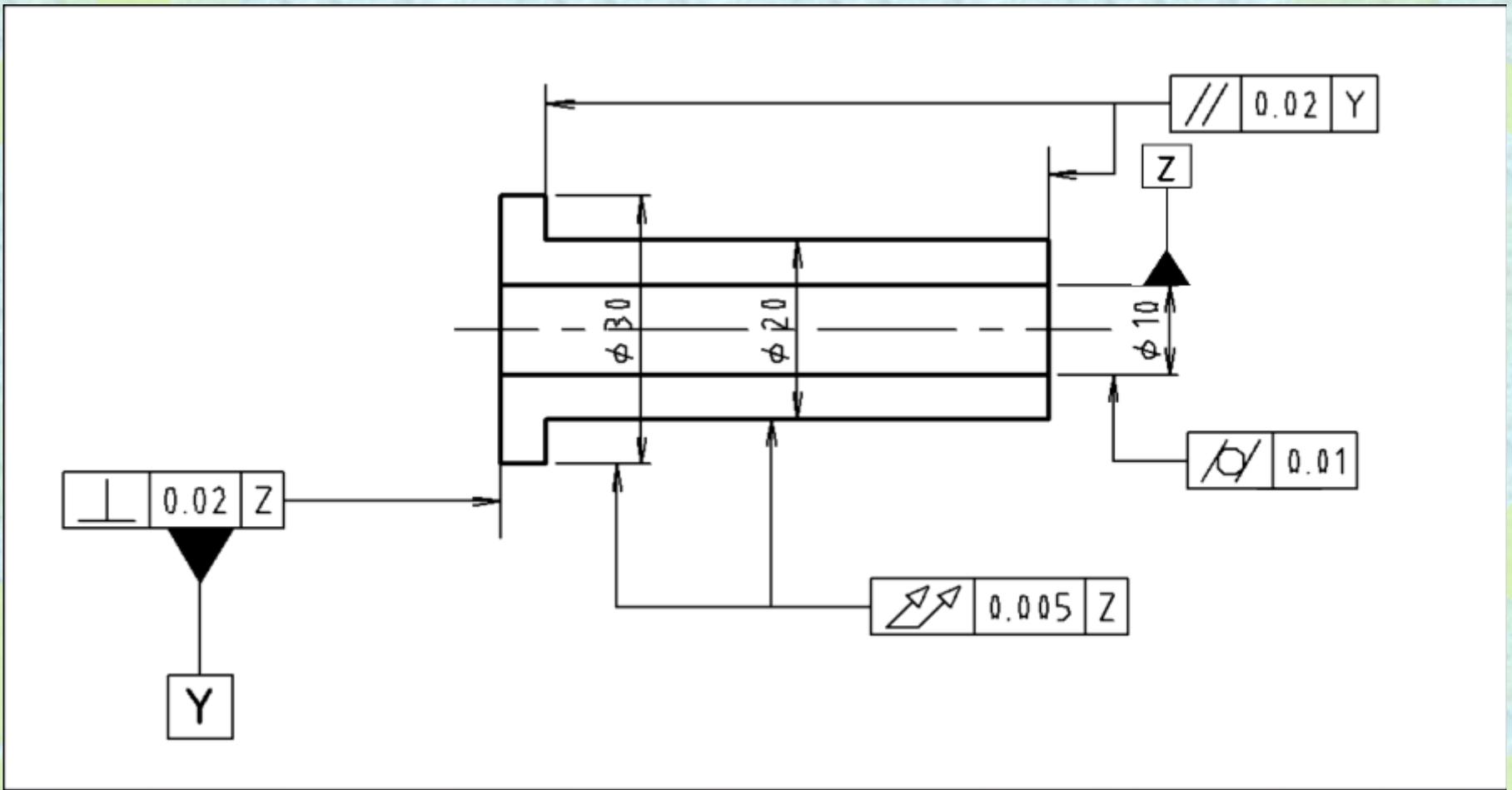
例題16) 全振れと直角度公差の違いを述べよ.



例題17) 右の部品を左の段付き軸に固定し，高速回転させたい。
アンバランスがなるべく少なくなるように幾何公差を書き込め。



例題 17 の答え

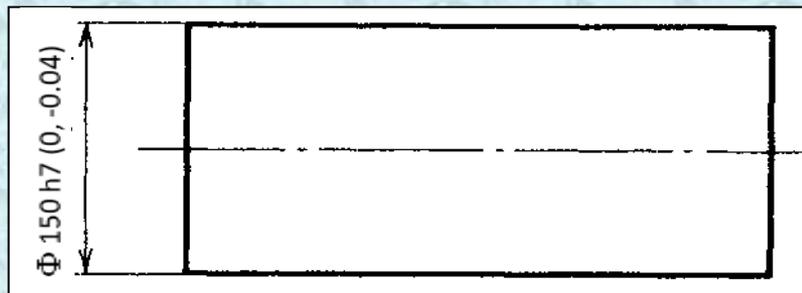


独立の例外規定

- ・ 包絡の条件
- ・ 最大実体公差方式

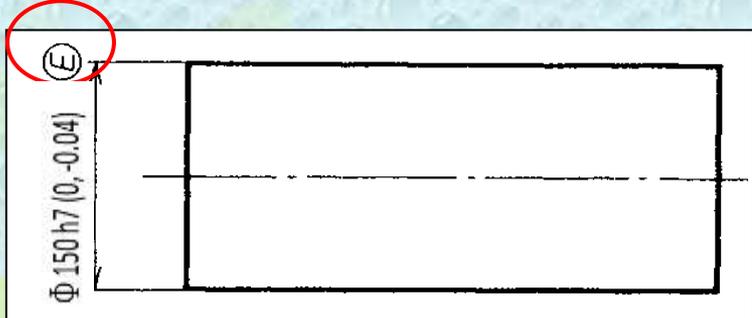
1. 包絡の条件 (JIS B 0401 米との違い)

「独立の原則」 = 幾何公差は**特別な相互関係**が指定されなければ、他の公差や寸法から独立して機能する。



「**寸法公差のみ**が有効」 (JISとISO)

- 全ての断面で寸法が規制される.
- 形状は普通幾何公差(片側**0.4mm**の真直度)が許される



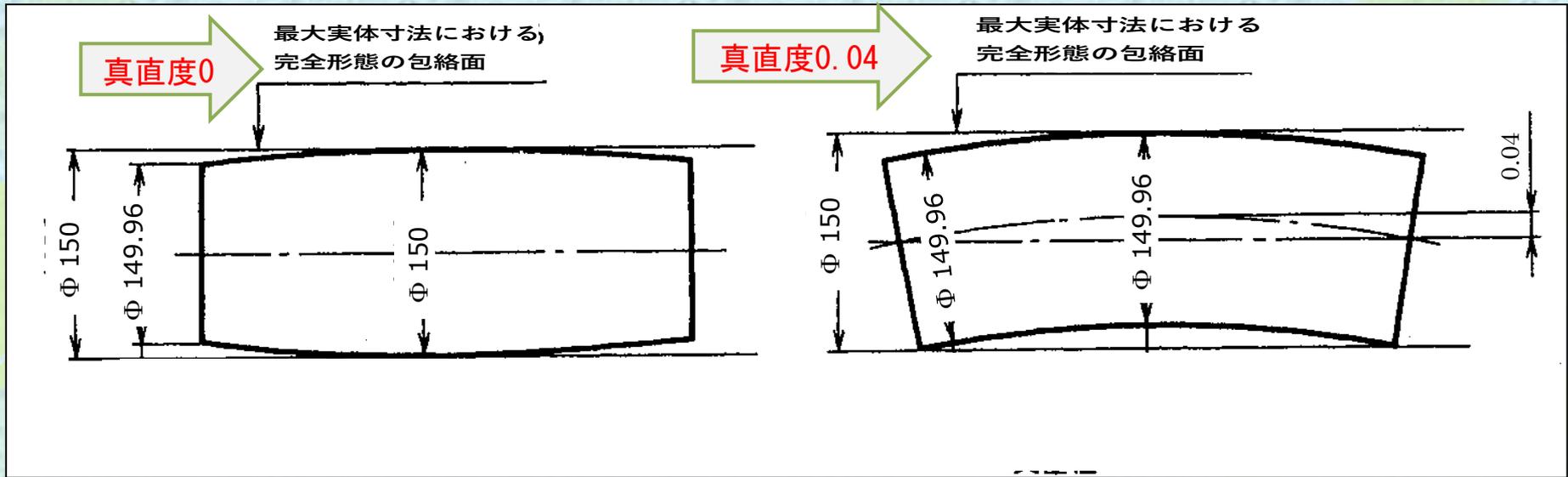
E : envelop (包む)

注！米はEを記さなくてもこの条件を適応している

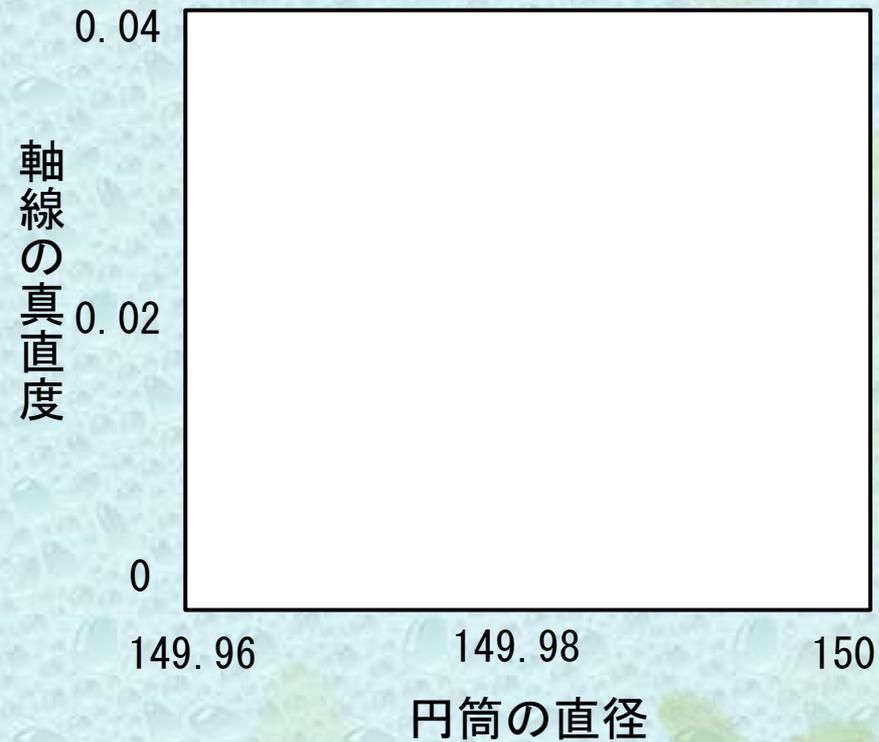
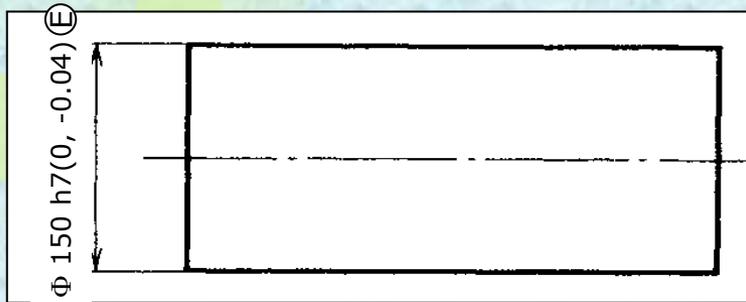


寸法公差が形状を規制する (ASME)

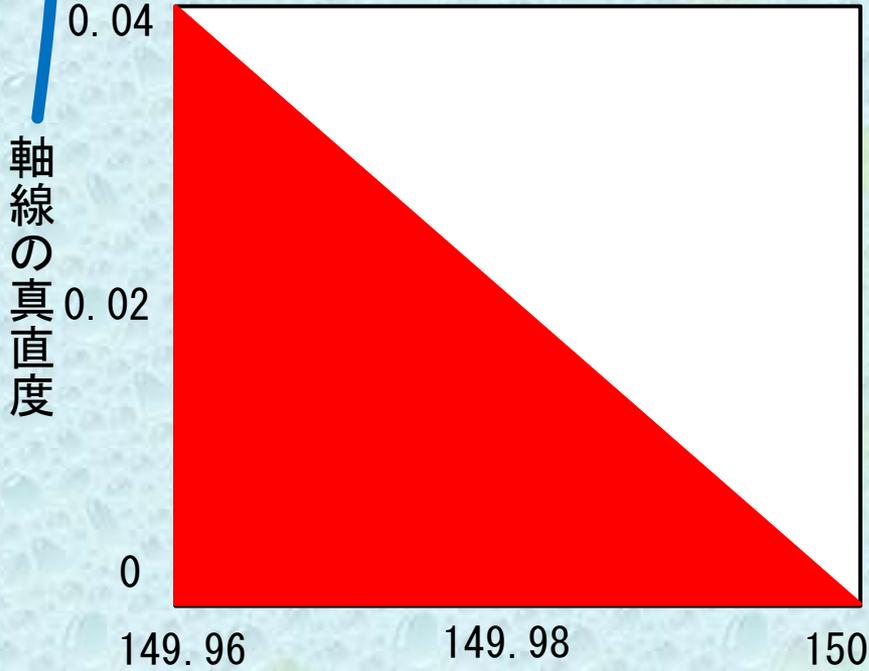
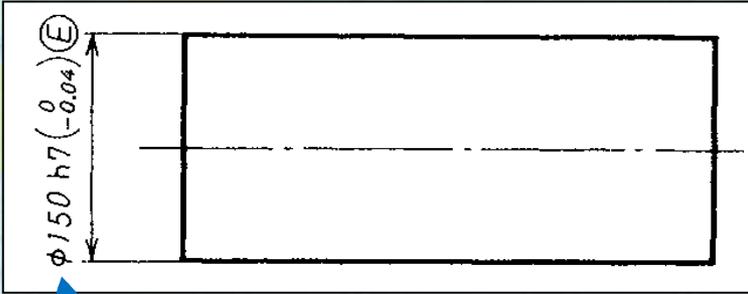
- 全ての断面は寸法公差を守り最大の寸法線の内に存在する。



例題18) 「軸線の真直度」と「円筒の直径」のとり得る範囲を求めよ



解答 1 8



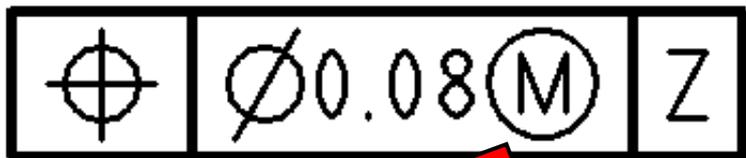
円筒の直径

2. 最大実体公差方式 MMC(Maximum Material Condition) (JIS B 0023)

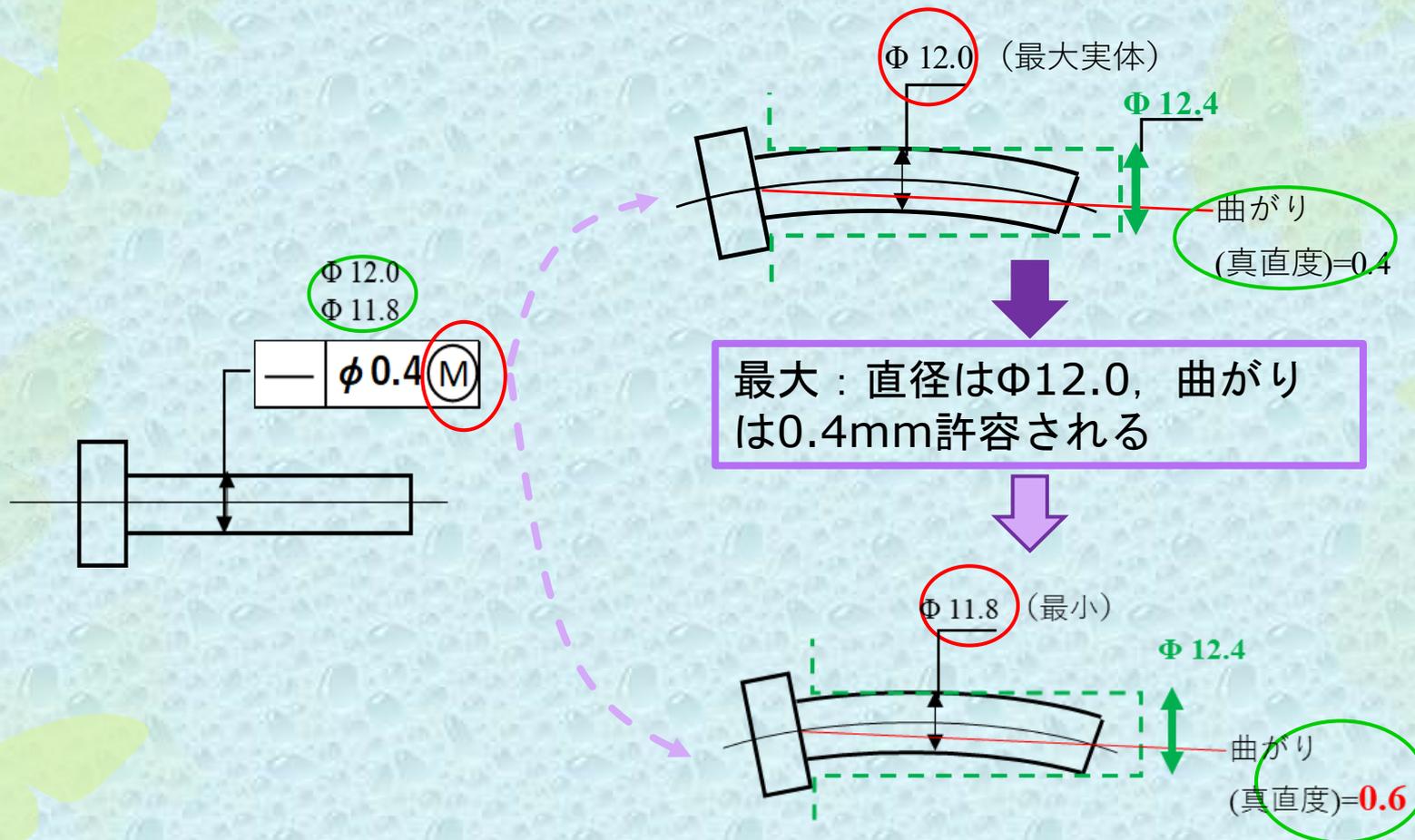
1. 寸法と幾何公差が**連動**（特別な関係）する。
→幾何公差が変化する。
2. **組立**を前提に**位置度,直角度**と組み合わせて使うことが多いが, **部品内**での関連も可能
3. 幾何公差側を**緩和**できる。
→不良率低減, **量産コストを削減**

最大実体寸法 = 寸法公差中で**体積が最大**になる寸法
(穴：最小値， 軸：最大値)

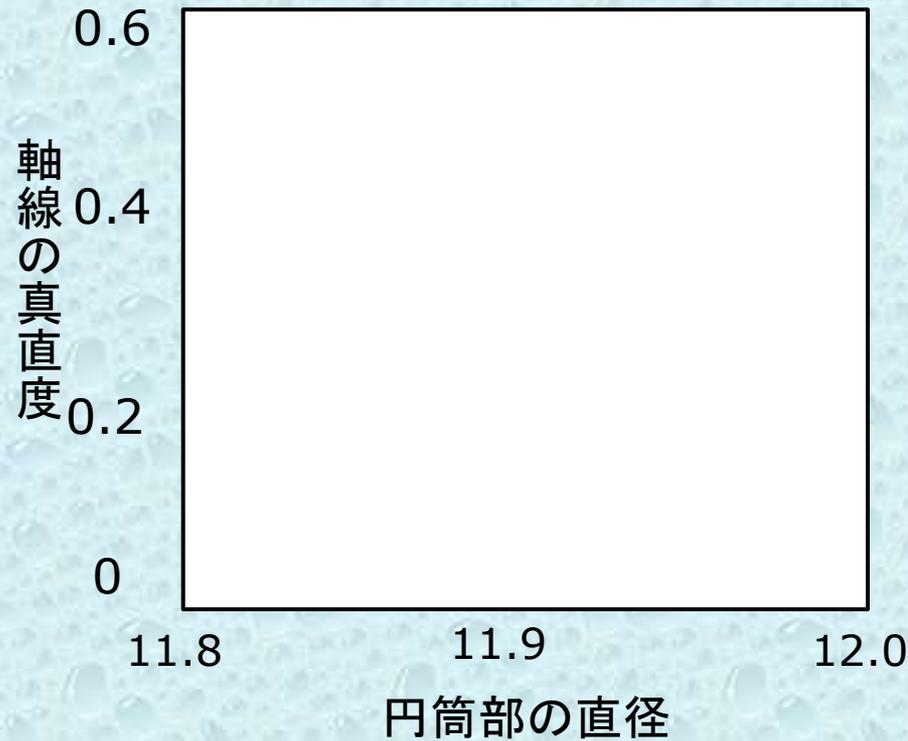
軸： $\Phi 70 \begin{matrix} +0.05 \\ -0.02 \end{matrix}$ \longrightarrow $\Phi 70.05$
穴： $\Phi 70 \begin{matrix} +0.05 \\ -0.02 \end{matrix}$ \longrightarrow $\Phi 69.98$



直径値と真直度を最大実体公差方式で表すと

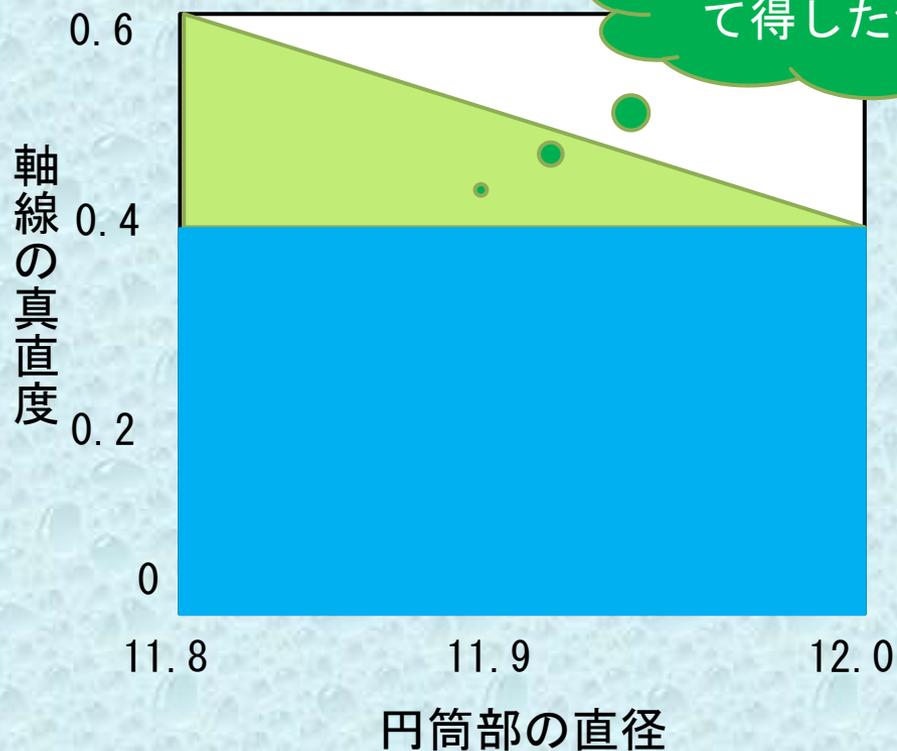


例題19) 動的公差線図で示せ



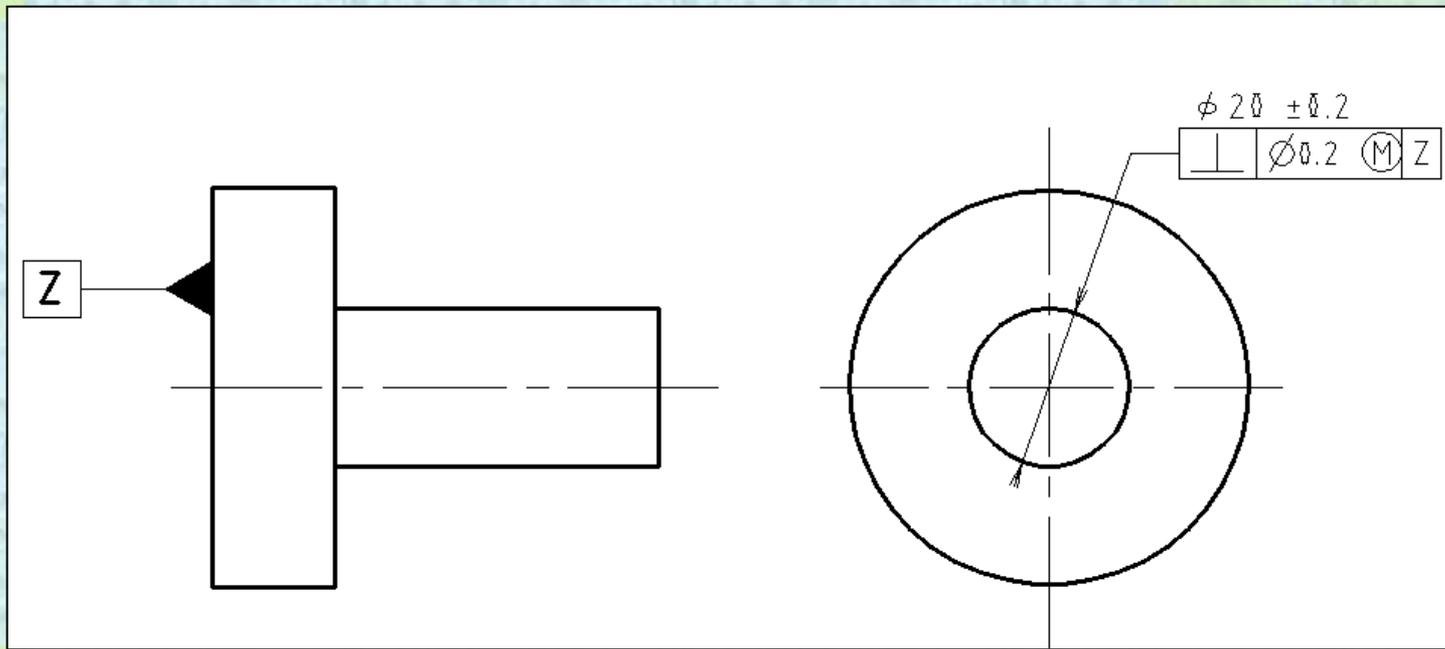
- (1) 円筒部の最大実体寸法 = ϕ
- (2) 円筒部の直径 = ϕ ~
- (3) 軸線の許容 = ~

解答 19



- (1) 円筒部の最大実体寸法 = $\phi 12.0$
- (2) 円筒部の直径 = $\phi 11.8 \sim 12.0$
- (3) 軸線の真直度公差 = $0.4 \sim 0.6$

例題 20) 図の幾何公差の意味を解釈し，動的公差線図で示せ



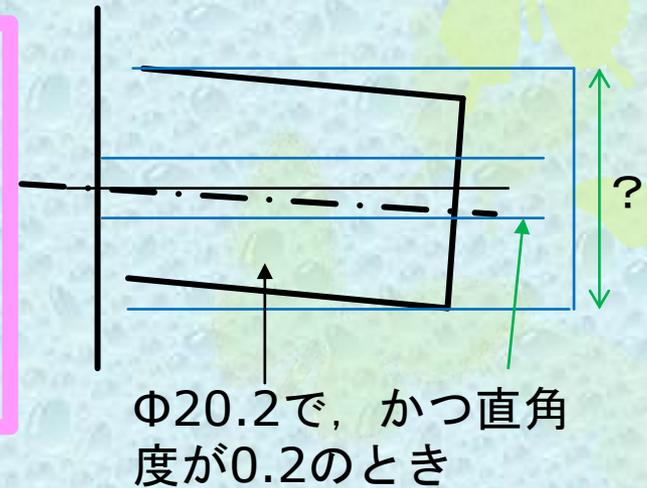
解答例20

(1) 円筒部の最大実体実効寸法（データムZに直角な最少径の穴）

⇒円筒部が最大径で最大倒れたとき = $\phi 20.4$

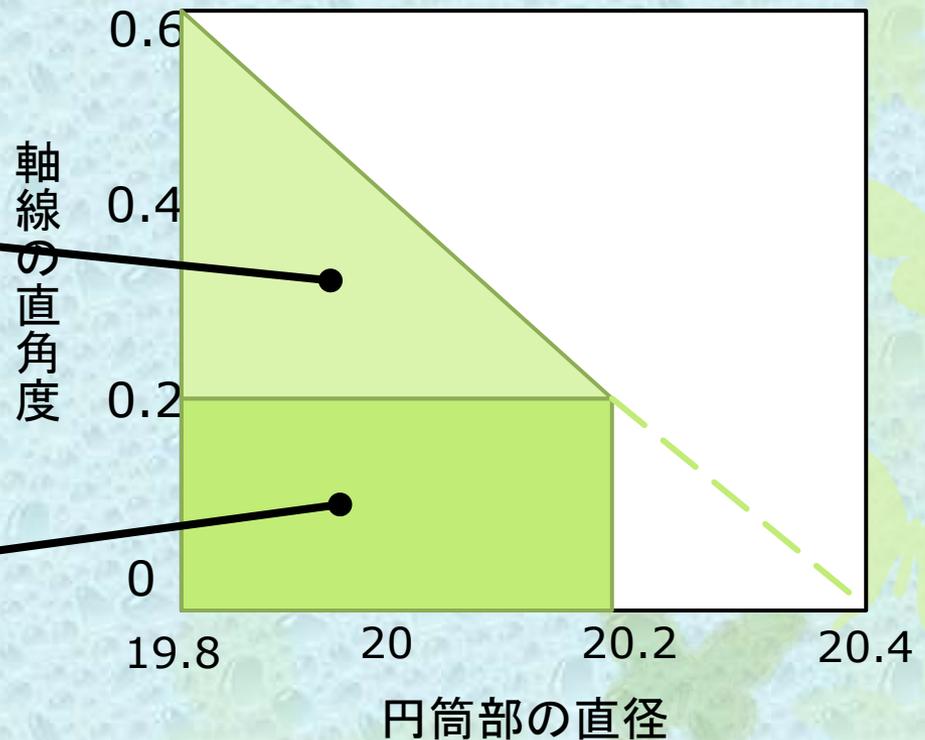
(2) 円筒部が最少径のとき，緑色の穴に収まる直角度の最大値は？

⇒ 0.6

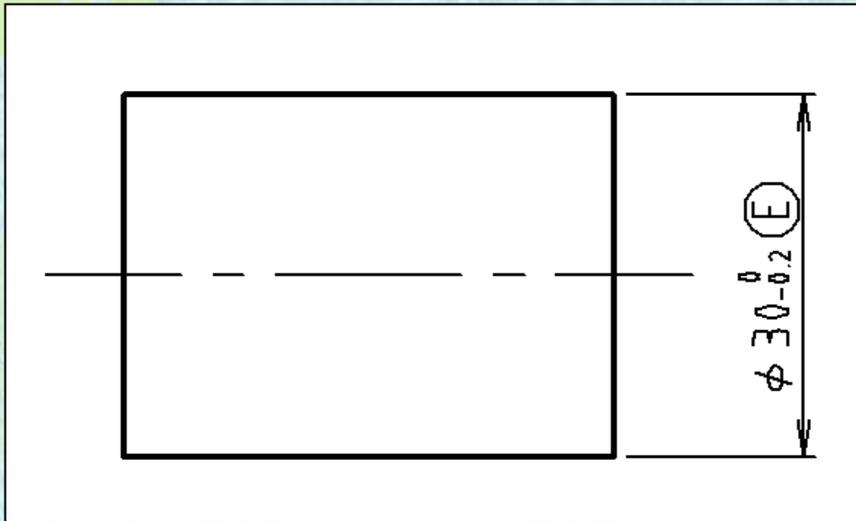


「マルM」で得
をした製品

「マルM」が無
い場合



例題21) 包絡の条件を軸線の真直度で表現せよ.

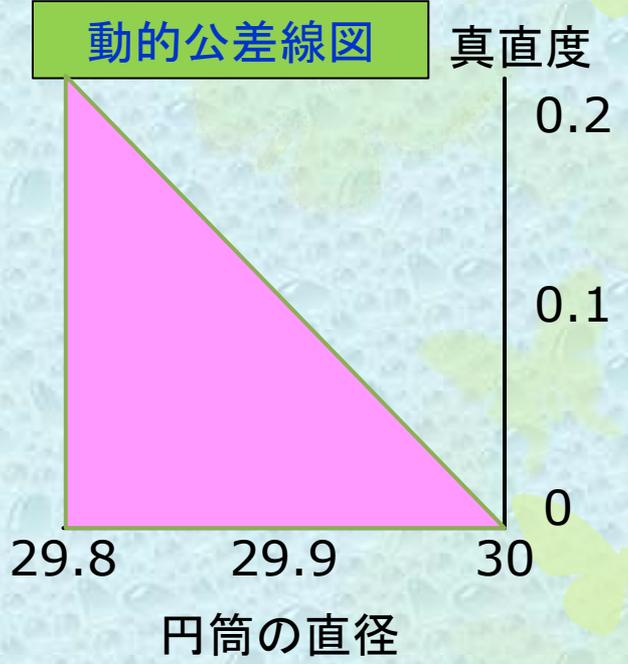
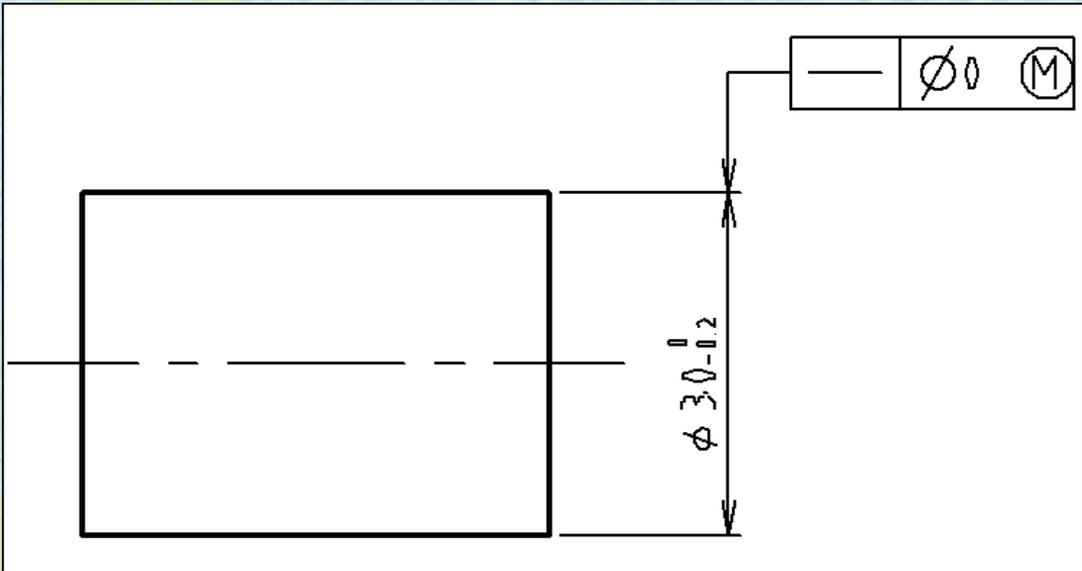


動的公差線図

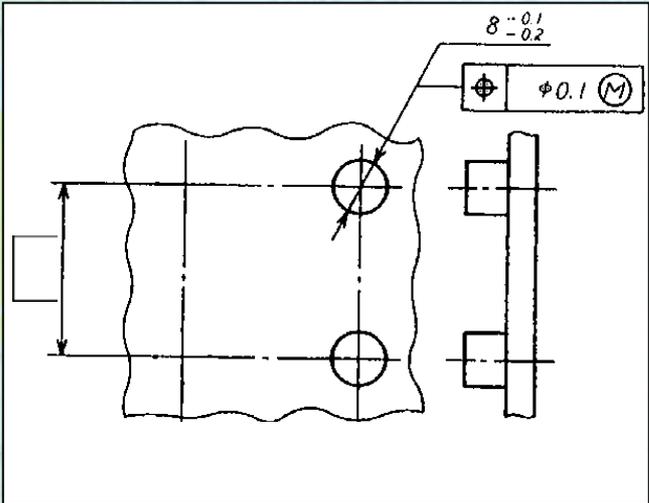
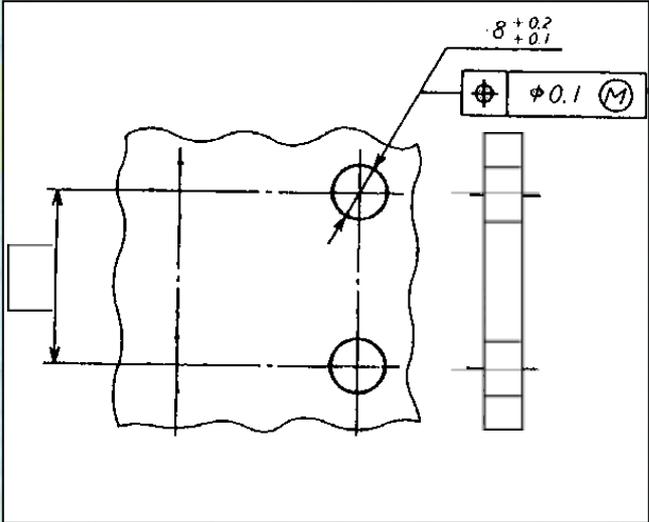
真直度

円筒の直径

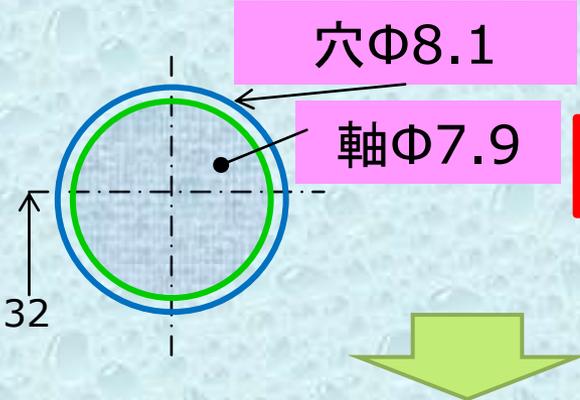
解答例21



例：穴～軸の組み合わせ例

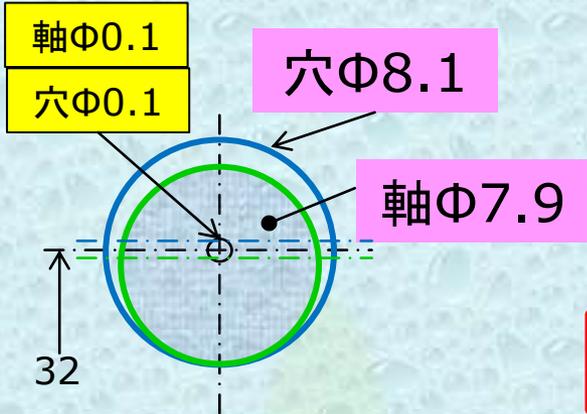
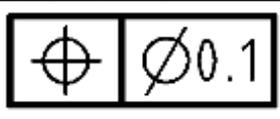


穴軸の**最大実体**寸法は？



片側スキマ = **0.1**

穴と軸の位置度が**最悪の場合**は？



軸が下に0.5mm移動
穴が上に0.5mm移動

片側スキマ = **0**

「動的公差線図」で理解する

$\Phi 0.1 \sim 0.2$

$\Phi 8.1 \sim 8.2$

$\Phi 7.8 \sim 7.9$

スキマ=0

32

位置度

0.2

0.1

得した分

7.8

7.9

8

8.1

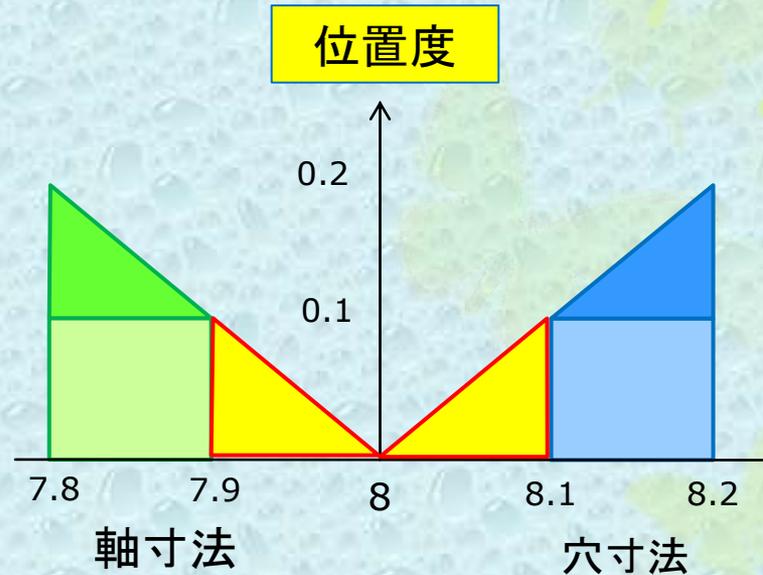
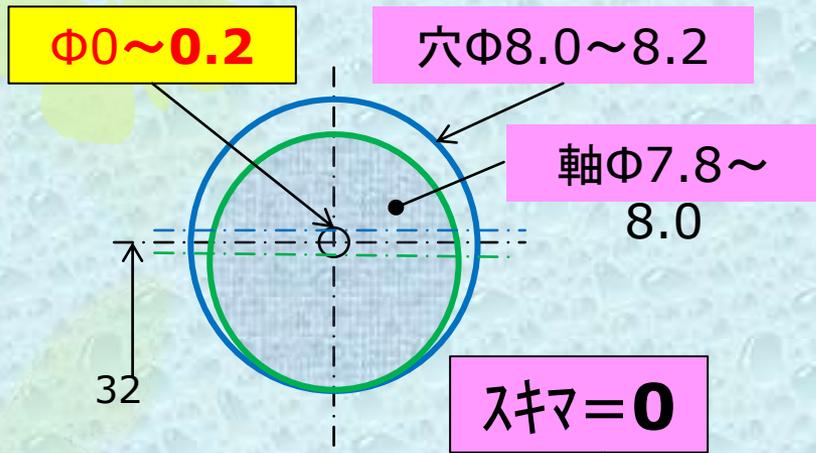
8.2

軸寸法

穴寸法

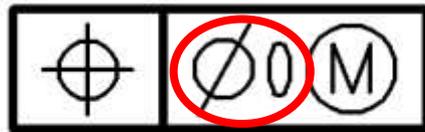
10
0

解答22



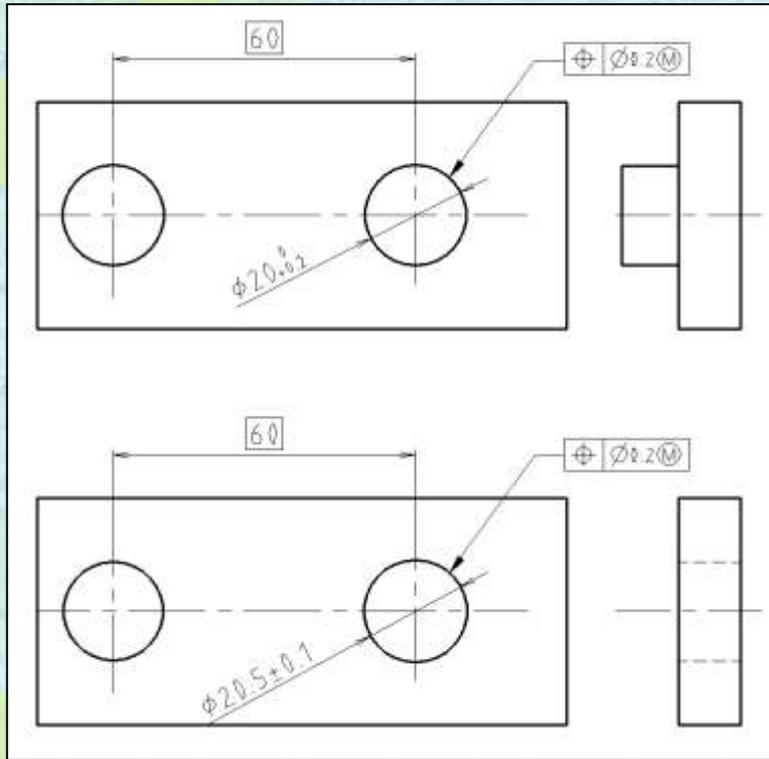
穴のMMS=φ8
軸のMMS=φ8

穴 Φ 8 (0, +0.2)
軸 Φ 8 (-0.2, 0)



??

例題23) 次の公差の「動的公差線図」を書け



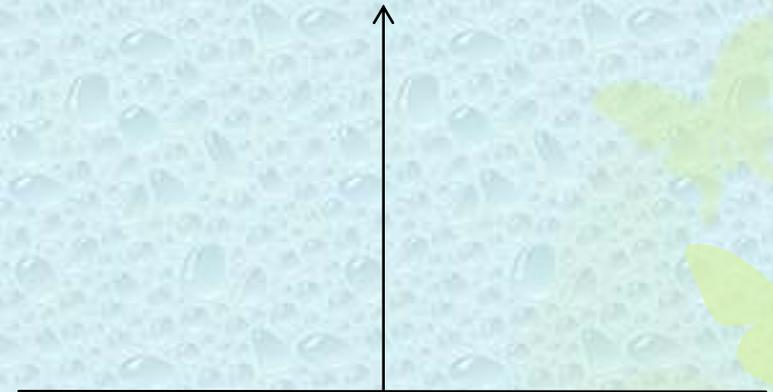
軸 : $\phi 20_{-0.2}^0$

$\phi \sim$

穴 $\phi 20.5 \pm 0.1$

$\phi \sim$

位置度

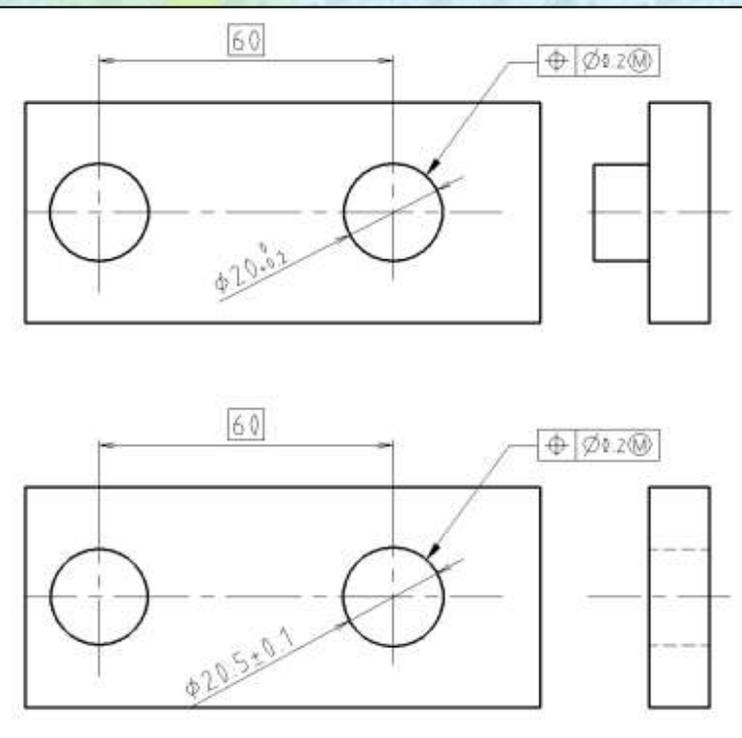


軸寸法

20.2

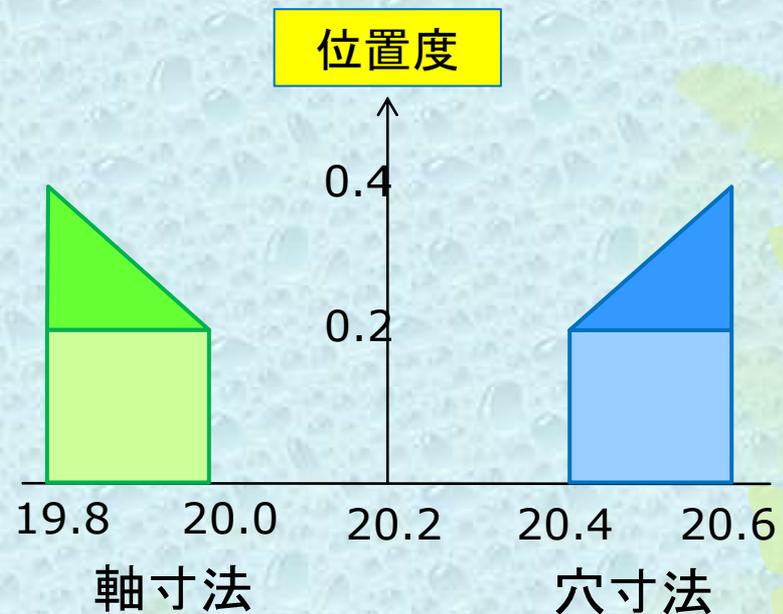
穴寸法

解答23



軸： $\phi 20_{-0.2}^0 \rightarrow \phi 19.8 \sim 20.0$

穴 $\phi 20.5 \pm 0.1 \rightarrow \phi 20.4 \sim 20.6$



例題24) 下の軸穴に最大実体公差方式を適応して動的公差線図をかけ

穴 : $\phi 20 (+0.2+0.5)$

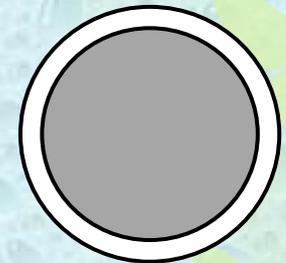
軸 : $\phi 20 (-0.4-0.2)$

寸法の範囲は

穴 (~) ()
軸 (~) ()

最大実体寸法は

かん合が可能な位置度は？



10
5

解答例24

寸法の範囲は

穴 ($\phi 20.2 \sim \phi 20.5$)

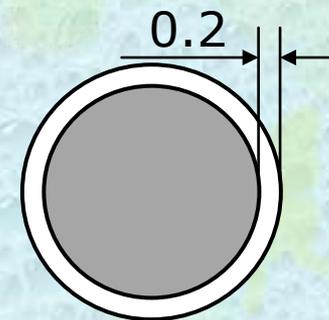
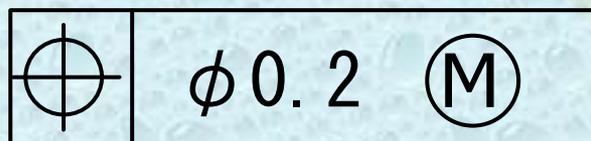
軸 ($\phi 19.6 \sim \phi 19.8$)

最大実体寸法は

($\phi 20.2$)

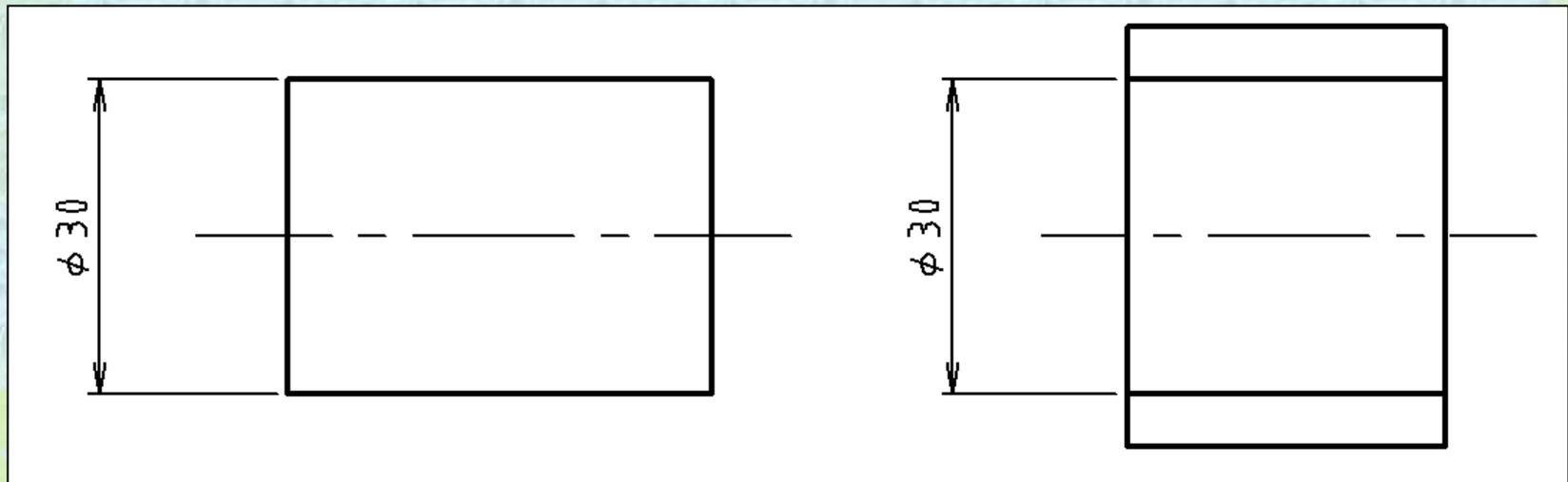
($\phi 19.8$)

嵌合が可能な位置度は？



例題25) 下の穴軸のハメアイで次の条件を満足させよ.

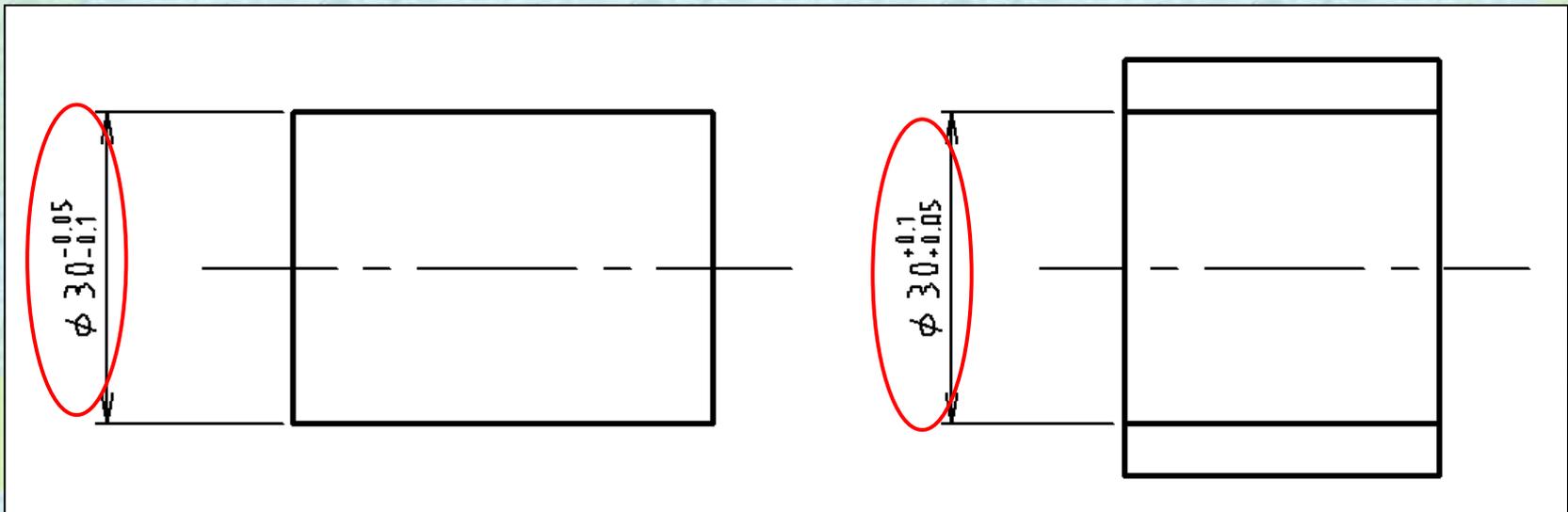
- ①寸法公差：最大スキマ=0.2，最少スキマ=0.1
- ②真直度を使って干渉せずに嵌合できること. MMC)
- ③軸線真直度の公差域寸法を「 $\phi 0 \text{ (M)}$ 」としたら例題6の寸法公差はどう変化するか？



①の条件より

軸 : $\phi 30_{-0.1}^{-0.05}$

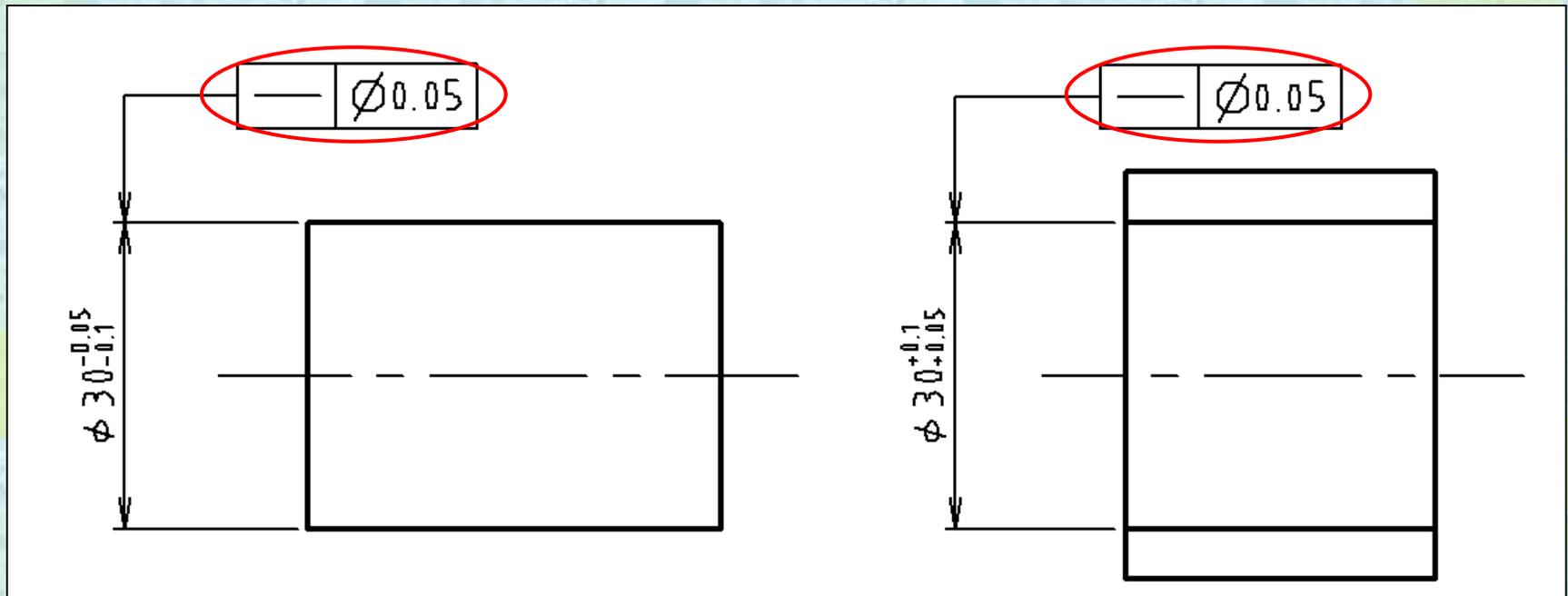
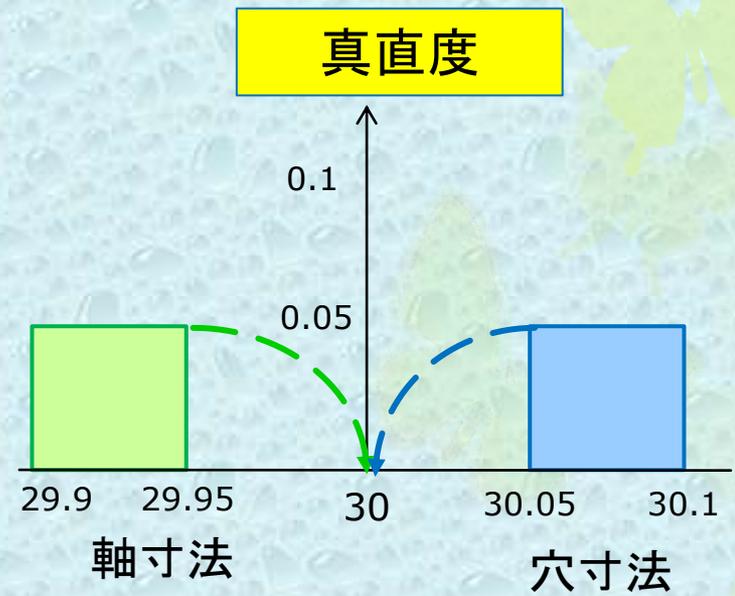
穴 : $\phi 30_{+0.05}^{0.1}$



これだけでOK?

答え25

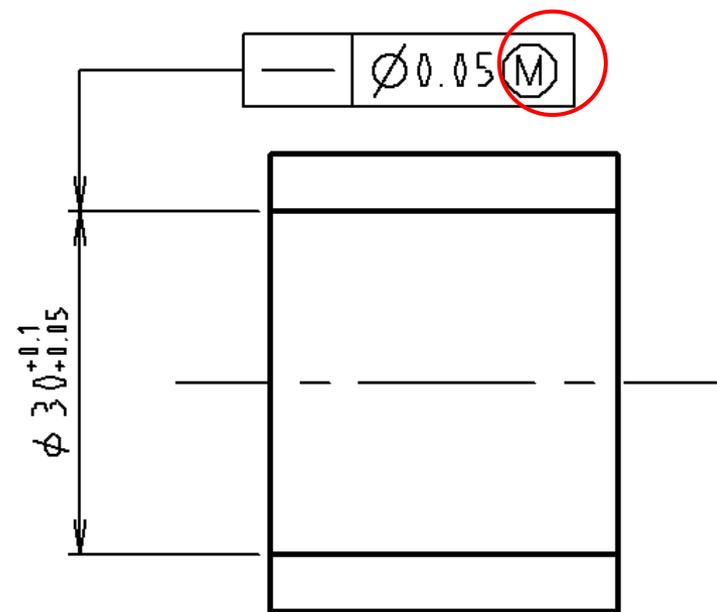
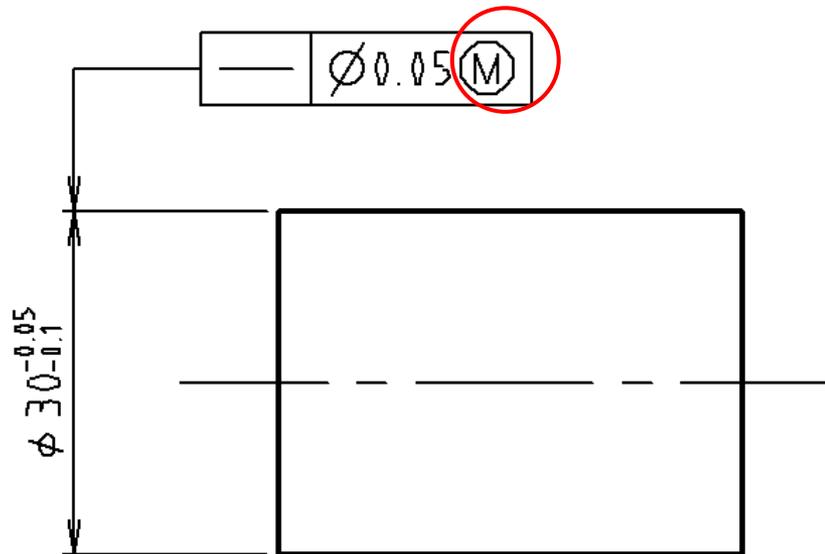
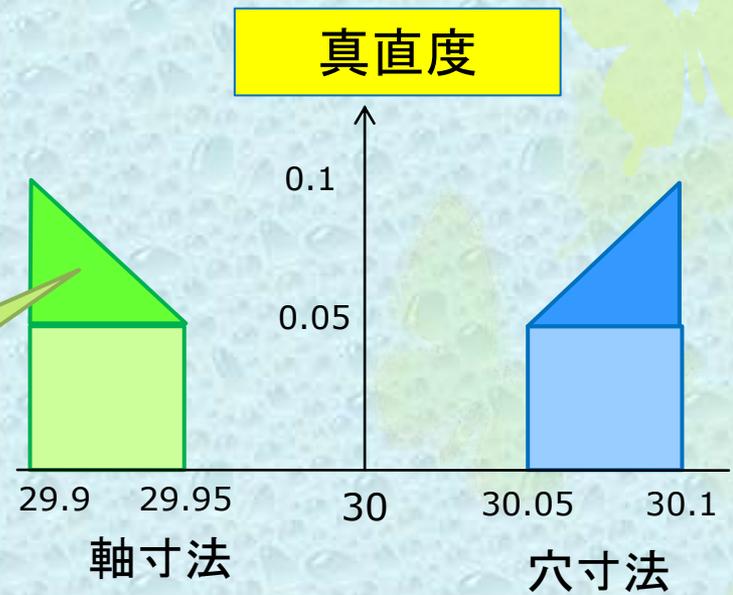
②の条件より
最悪時でも
最大曲りは各
0.05mmまでOK



答え25

条件を満足して
コスト削減
⇒ **最大実体公差**

公差で得した分



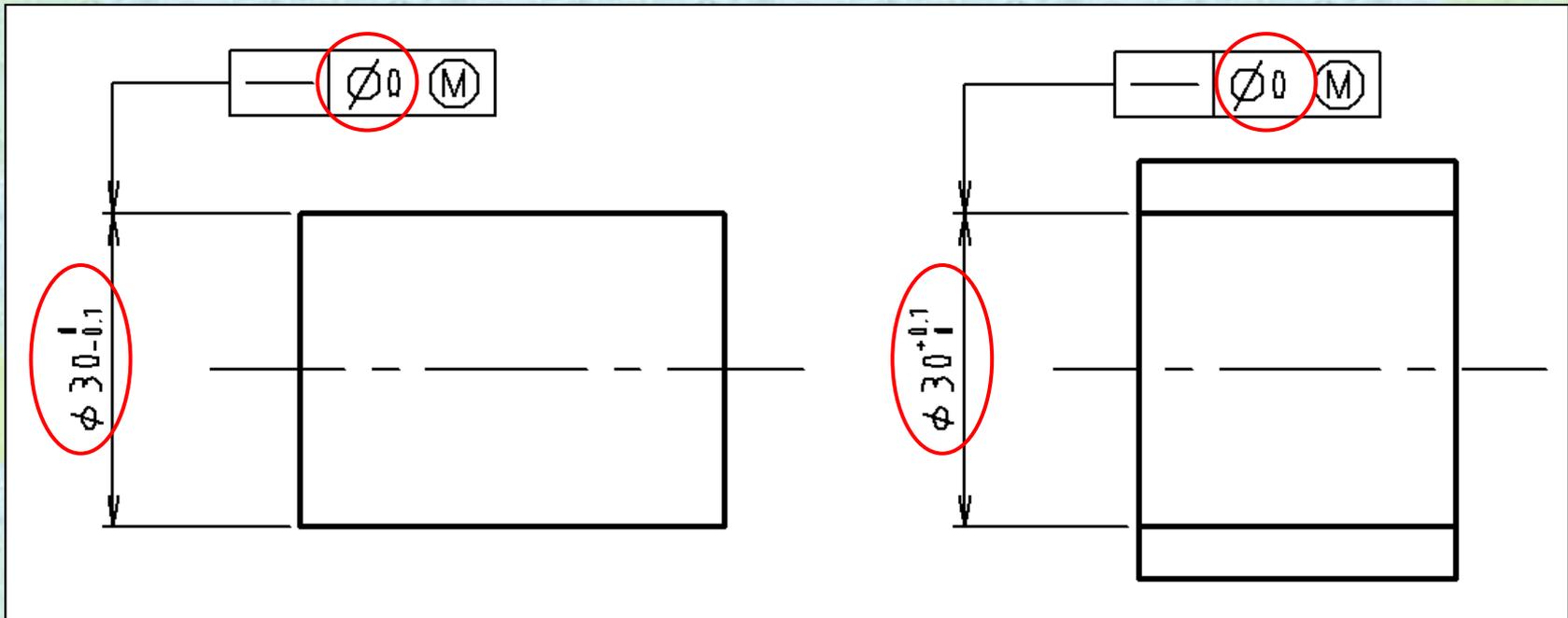
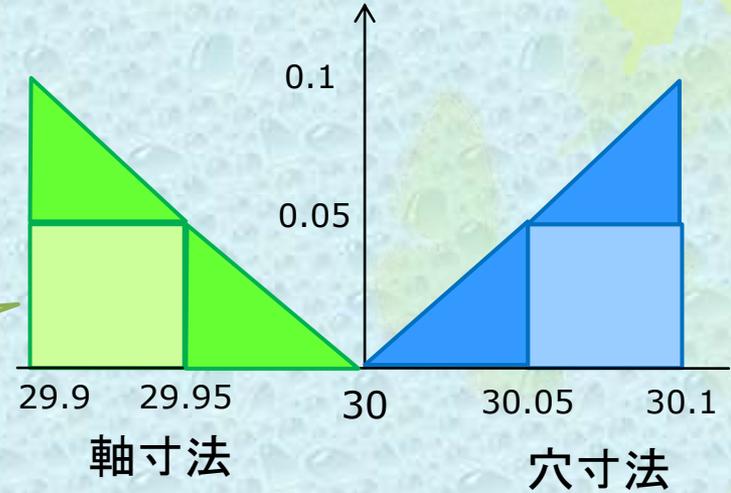
答え25

さらにコスト削（スキマ0）

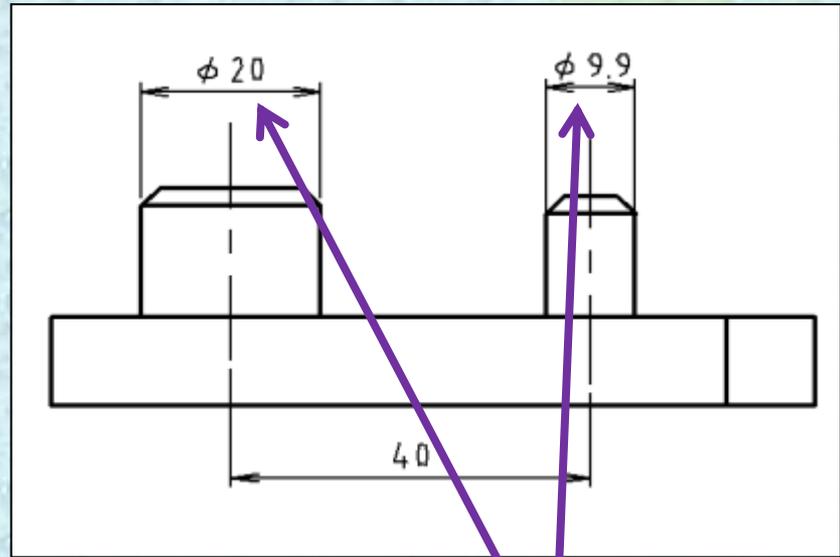
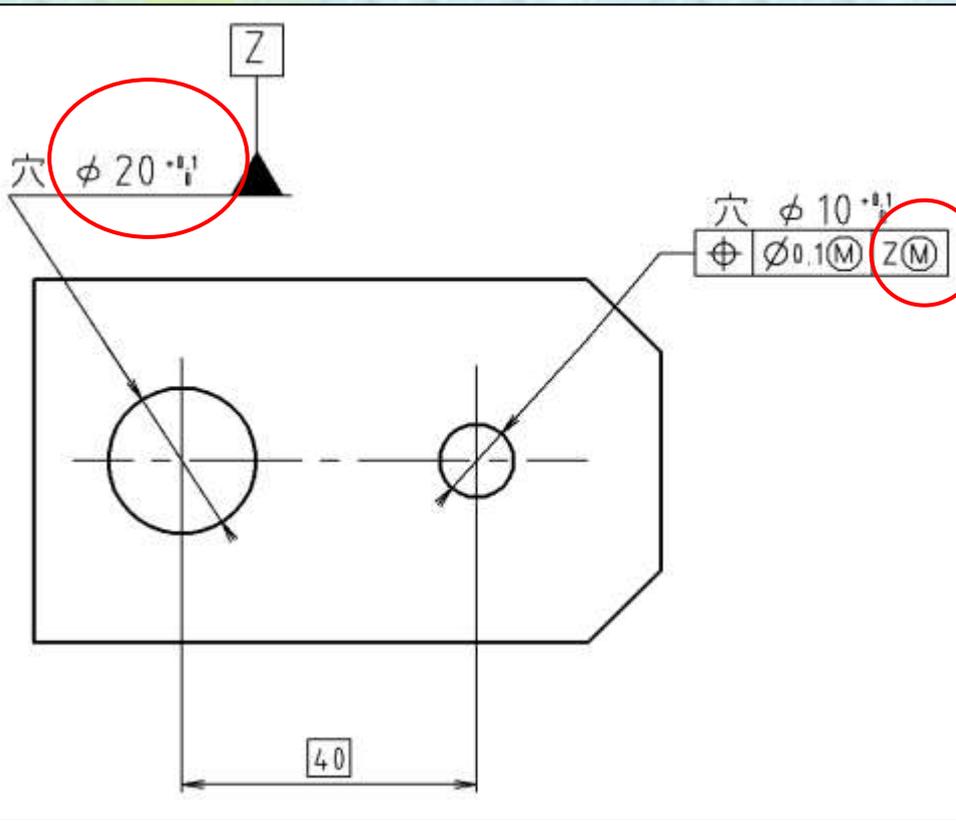
⇒ **ゼロ幾何公差**

②条件はこれだけ広がった

真直度

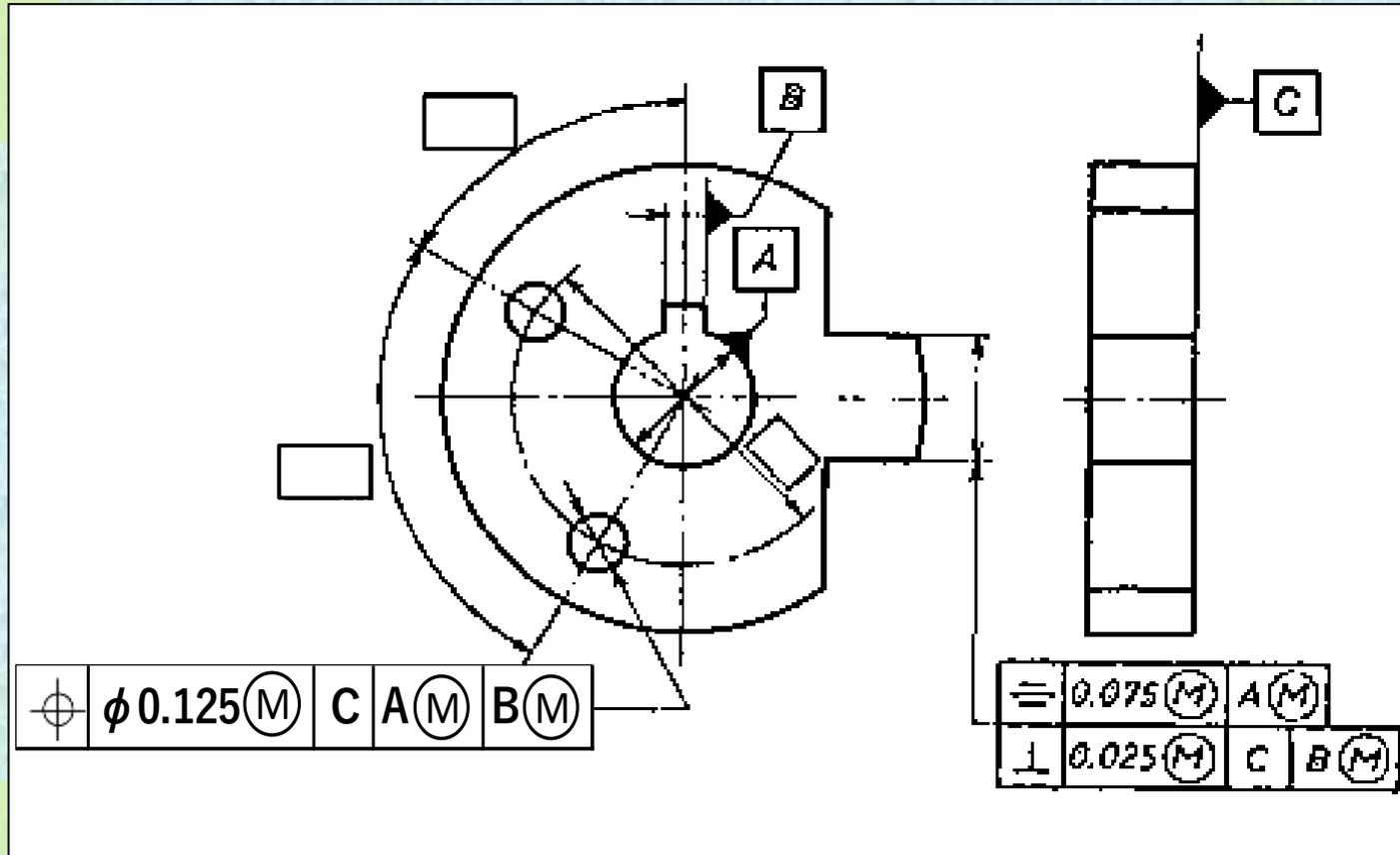


データムの浮動（最大実体公差方式）とは？



検査治具
(機能ゲージ)
最小実体
ASME

例題26) 下の幾何公差を解釈せよ。



【まとめ】

幾何公差を使用する時
および、図面上での
チェックポイント

1.幾何公差の定義および使用ルールに従っているか.

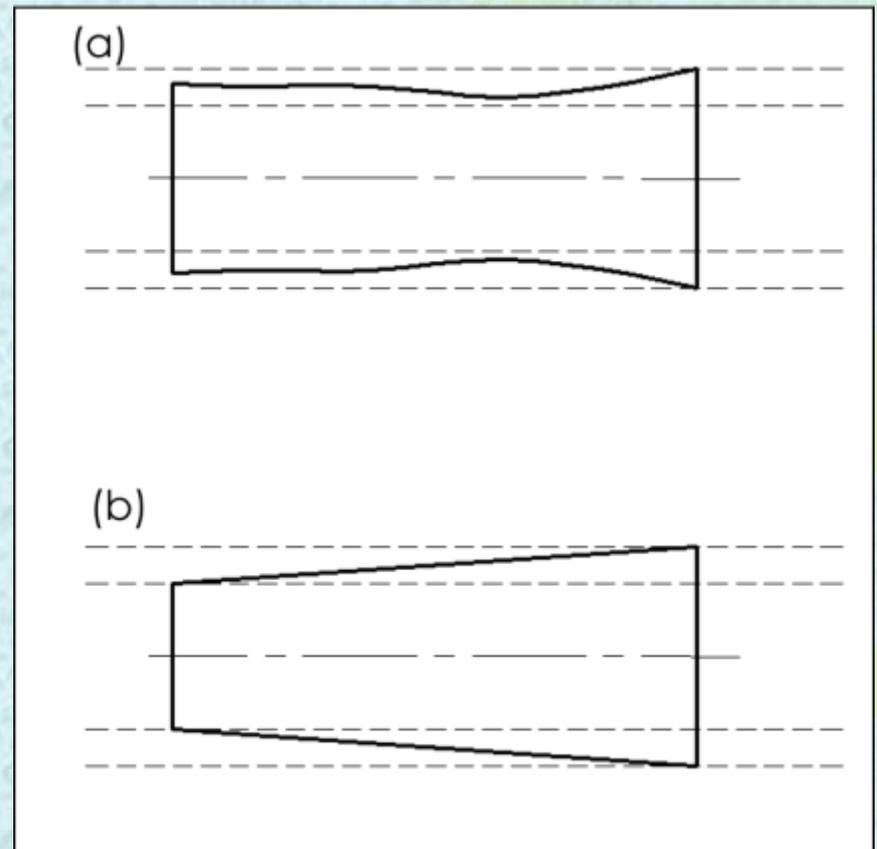
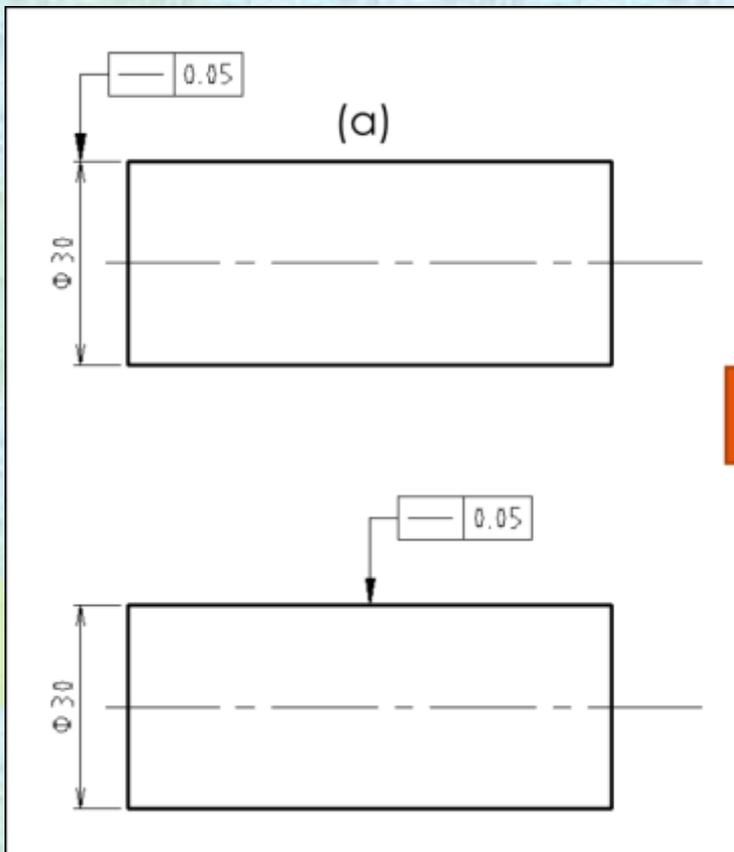
- ISO (JIS) に準じた使用をしているか.
- 使用の根拠(JIS〇〇 or ISO〇〇) を示しているか,

2.寸法公差を見たら必ず幾何公差を検討する.

- 寸法公差を**指示した意図**は幾何公差を要求しないのか.

3. それは普通幾何公差で満足できるのか

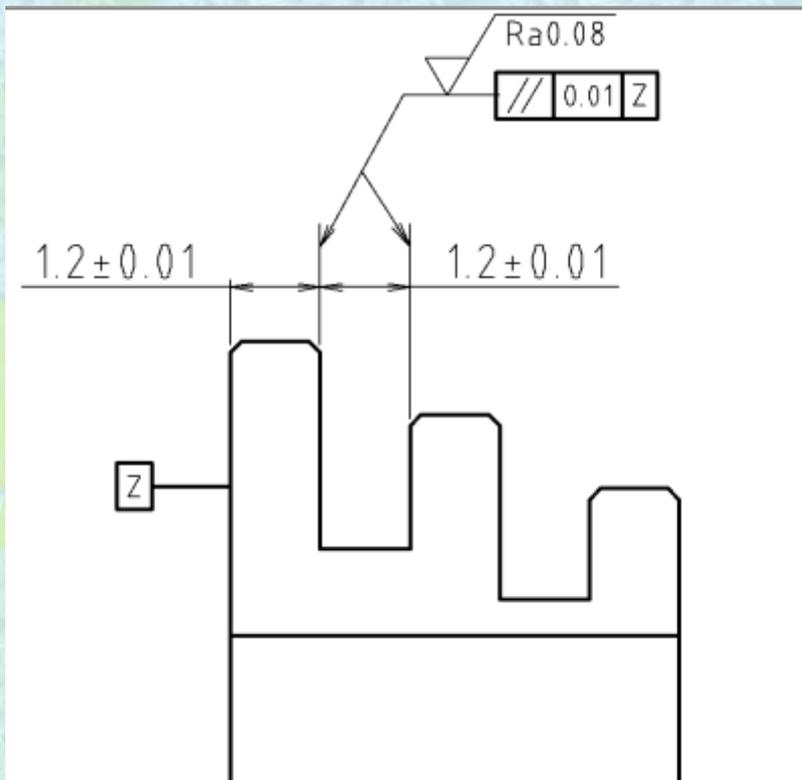
形体のとり得る**最悪の状態**を考えれば判断しやすい。



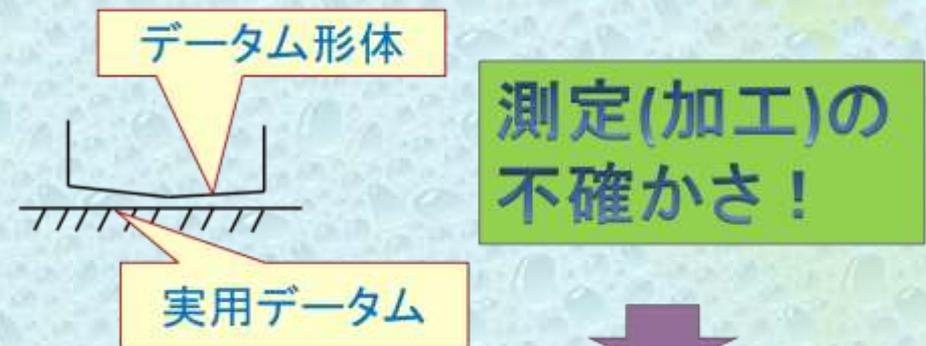
4.加工できるまたは加工しやすい公差か.

加工機械を想定しているか, その機械の能力を超えていないか.

データムは安定しているか.



データムにも幾何公差を



あいまいさを排除するためには「データム + 幾何公差」が推奨 (JIS)

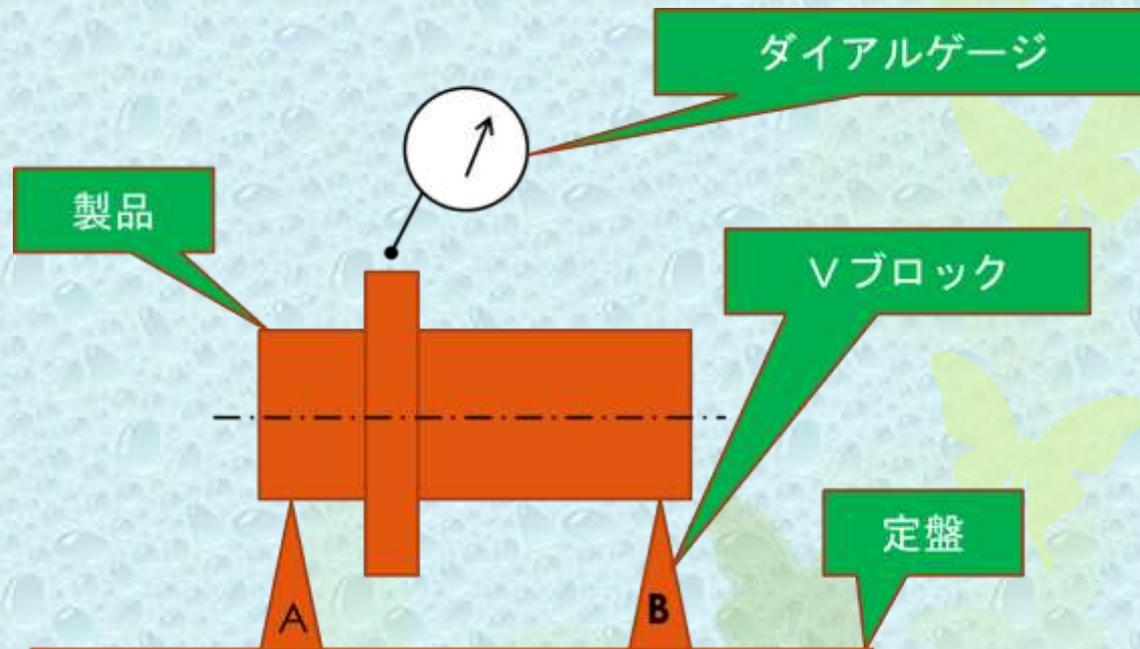
5. 検査できるまたは検査しやすい公差か.

加工機械を想定しているか, その機械の能力を超えていないか.

データムは安定しているか.



ミットヨ製 3次元測定器



6. 要求された性能を発現できるか.

図面中の重要寸法と基準位置・面はどれか.



たとえば

- (1) シールはあるか.
- (2) 組立て, ハメアイはあるか.
- (3) 摺動はあるか.
- (4) 相手部品の姿勢を制御する必要があるか.

7. 最大・最小実体公差方式は原則として組立を前提に使用する。

8. 最小実体公差方式はなるべく使用しない設計にする。

9. ASMEに準じた図面で寸法公差を見たら、必ず**包絡条件**を適応する。

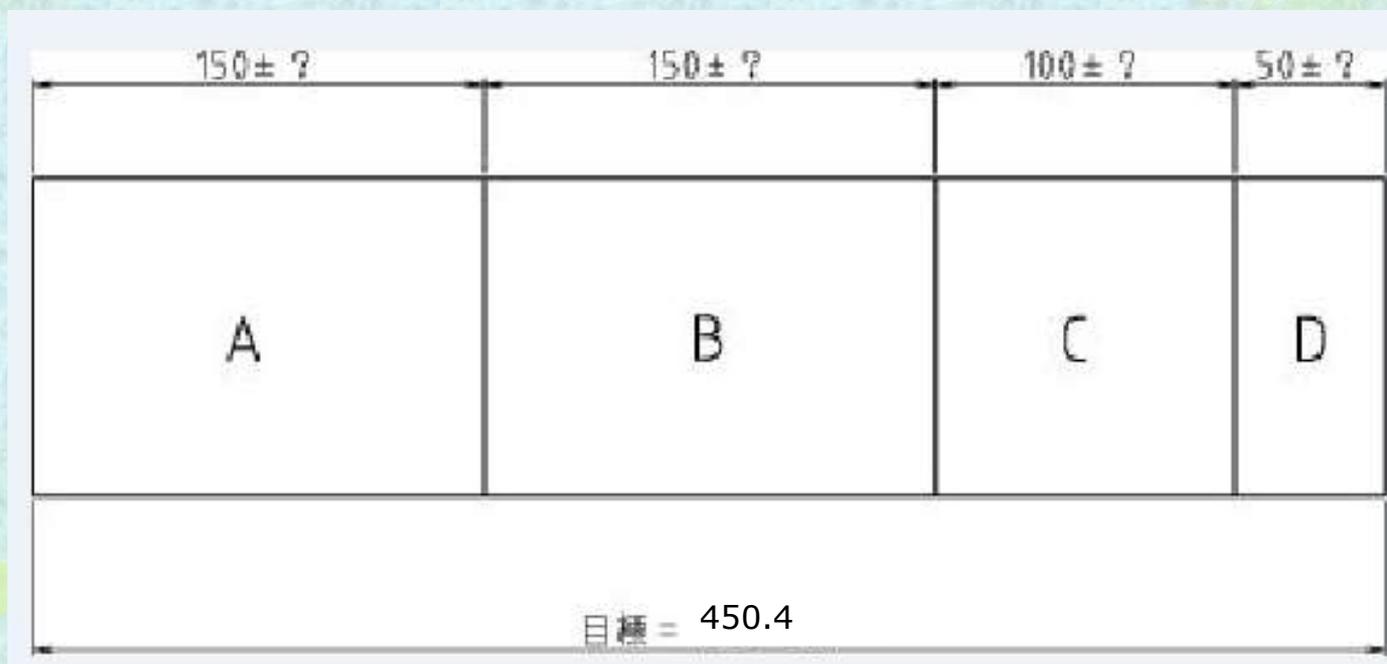
5.公差解析

製品組立時に発生する**累積寸法公差**の扱い方

公差解析とは...

設計者が計画した寸法公差や幾何公差によって、バラツキのある部品同士を組み立てた際の**組立品の寸法バラツキ**を計算すること

例題)A~Dの4部品を $450 \pm 0.4\text{mm}$ のケースに収まるように寸法公差を設定せよ.



A案：寸法に公差を記入しない



普通公差が適応される

A,B部品 $150\text{mm} \Rightarrow 150 \pm 0.5\text{mm}$

C部品 $100\text{mm} \Rightarrow 100 \pm 0.3\text{mm}$

D部品 $50\text{mm} \Rightarrow 50 \pm 0.3\text{mm}$

\Rightarrow **NG**

B案：絶対に組立て公差を超えないように各部品の公差



厳しい寸法公差？

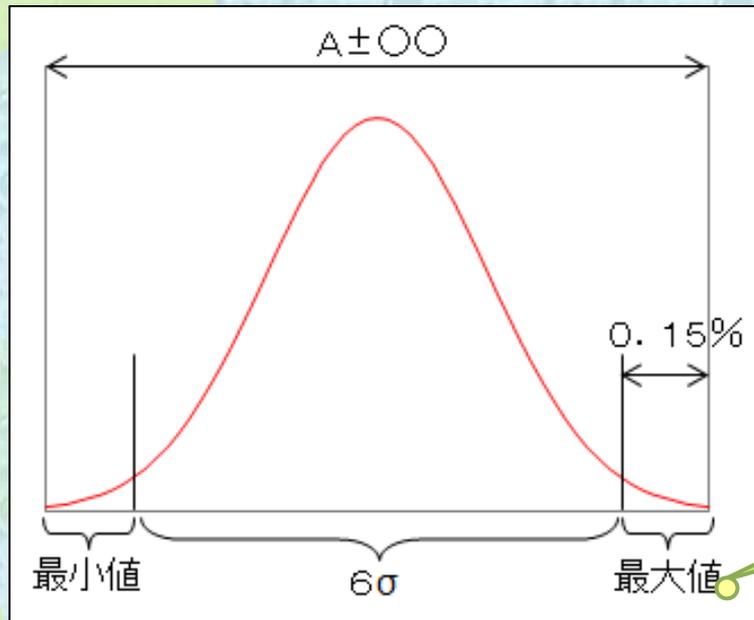
$$A = 150 \pm 0.1 \text{mm}$$

$$B = 150 \pm 0.1 \text{mm}$$

$$C = 100 \pm 0.1 \text{mm}$$

$$D = 50 \pm 0.1 \text{mm}$$

C案：統計学的に寸法公差を与える



無作為の組合せで**4つすべて**の部品が、最大値をとることはあるのか？

公差を緩和できるのでは？

A～Dすべての部品が最大最小値をとる確率は

$$0.15\% \times 0.15\% \times 0.15\% \times 0.15\% = 0.0000005$$
$$= 5.0 \times 10^{-4} \%$$

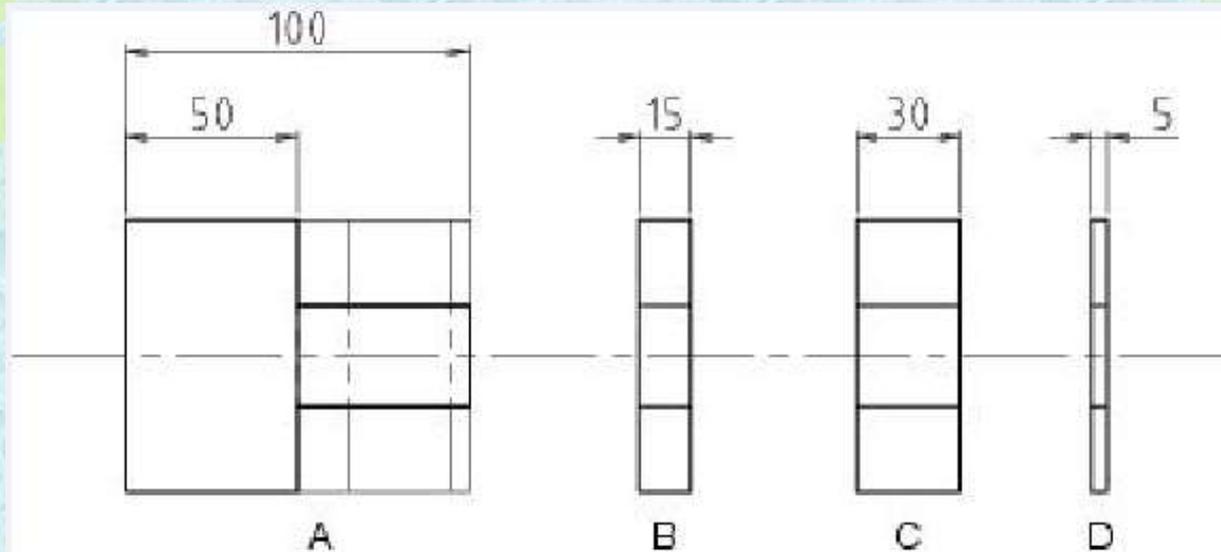
「分散の加法性」
より**二乗法**で統計学的に処理する

$$\text{組合せ公差} = \sqrt{(\text{Aの公差})^2 + (\text{Bの公差})^2 + (\text{Cの公差})^2 + (\text{Dの公差})^2}$$

$$S = \sqrt{(0.2)^2 + (0.2)^2 + (0.2)^2 + (0.2)^2}$$
$$= 0.4$$

(答え)
A, B, C, D
 $\pm 0.2\text{mm}$

例題27



全長で $100 + 0.5\text{mm}$ に収めるための公差を求めよ。ただし幾何公差は考慮しない。

例題27 【解答案】

寸法公差を x とおいて S を求めます.

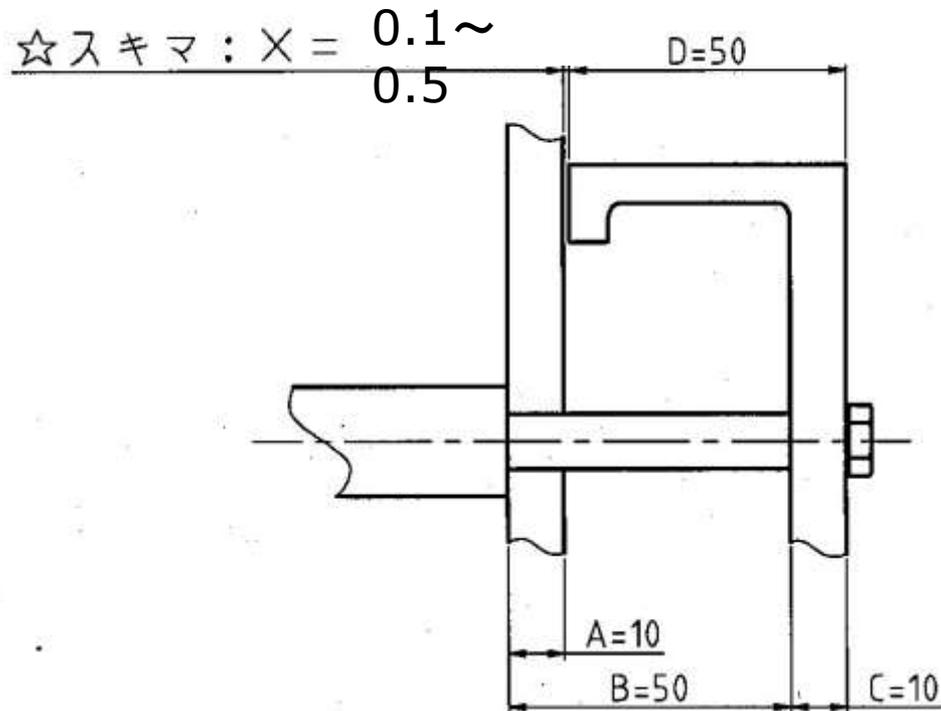
$$S = \sqrt{(4 \times x^2)} = 0.5$$

x について解くと

$$x = 0.25$$

$$50 \pm 0.25, \quad 15 \pm 0.25, \quad 30 \pm 0.25, \\ 5 \pm 0.25$$

例題28



スキマ X を $0.1 \sim 0.5\text{mm}$ で保証したい。各公差を求めよ。(ヒント) $0.1 \sim 0.5 = 0.3 \pm 0.2$

【28の解答案】

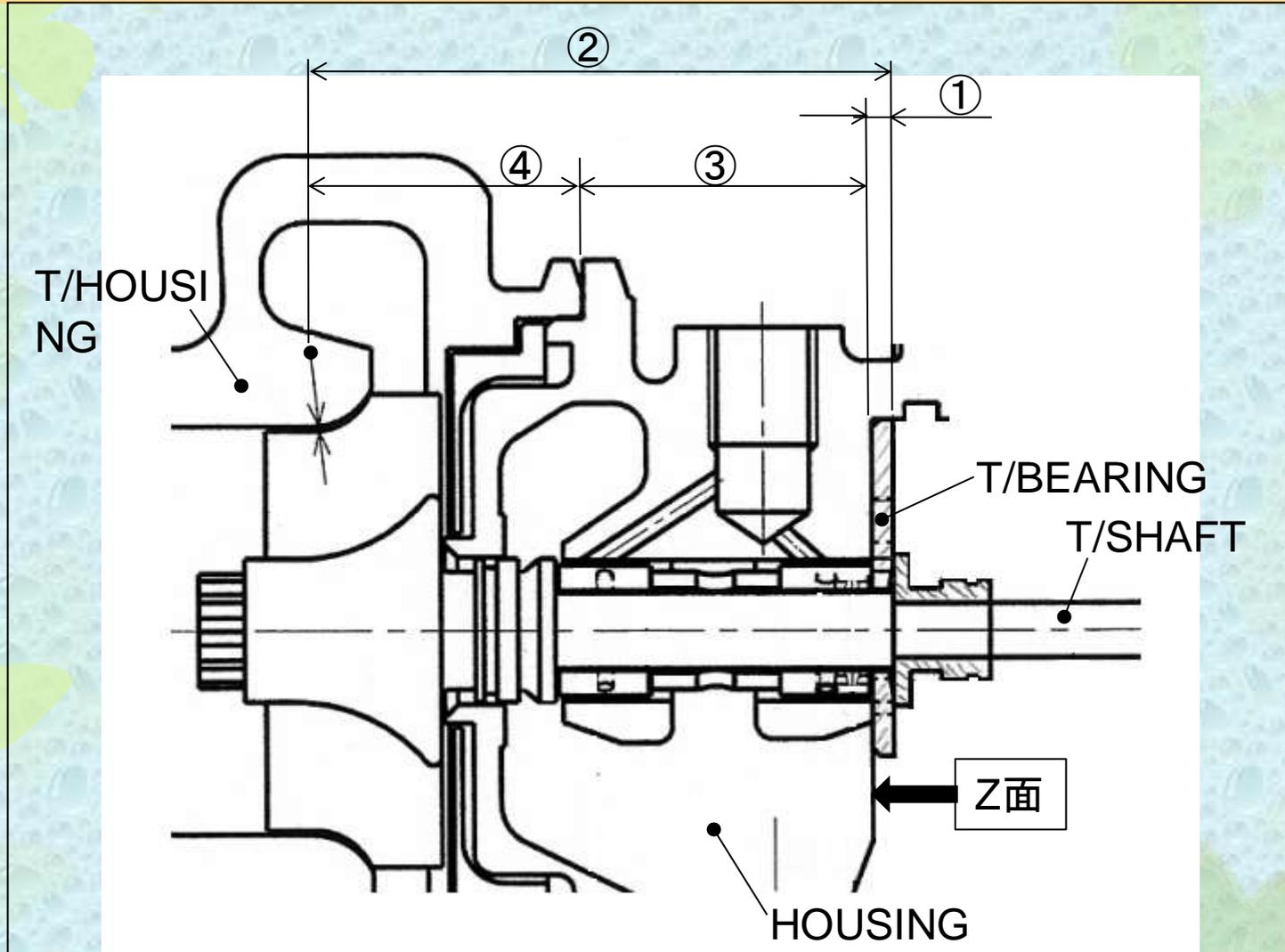
加工の難しい順に $D > B > C > A$

$$S = \sqrt{(0.05)^2 + (0.12)^2 + (0.08)^2 + (0.12)^2}$$
$$= 0.194$$

- $A = (10 - 0.3) \pm 0.05 = 10(-0.25 - 0.35)$
- $B = 50 \pm 0.12$
- $C = 10 \pm 0.08$
- $D = 50 \pm 0.12$

使用例：複数部品の公差の影響を受ける寸法

例題3)翼とHOUSINGのクリアランスの公差域を決定する寸法を調べよ



おつかれさまでした.

幾何公差を積極的に使って，身に付けるよう努めてください.