

第1章 製図の基礎

1.1 製図の規格

各種製品の形状、寸法、材料、精度、特性などの規格を定めておけば、生産効率向上、製品互換性、品質向上を図ることができるので、規格として標準化されている。規格には、大別して国際規格、国内規格、学会・協会・工業会などの団体規格、官庁および企業の規格がある。国際規格には、国際標準化機構(International Organization for Standardization: ISO)や国際電気標準会議(International Electrotechnical Commission: IEC)などの規格が、国内規格には、日本産業規格(旧日本工業規格(2019年6月まで)、Japanese Industrial Standards: JIS)がある。日本産業規格は、通常、JISの後に、部門記号を表すA～Zのアルファベット、部門分類を表す2桁の番号、制定の順番を表す2桁の番号が続いて表されるが、電気部門であるC部門では、規格使用時の利便性、および対応国際規格とJISとの関係の明確化の為、一部の規格がIEC規格番号体系に倣って5桁の番号(60000台の番号)になっている。

製図に関する主なJIS規格を表1.1に、また、電気文書作成に関する規格の関係を図1.1に示す。

1.2 図面

製品を作るときや使うときには、形状・構造・寸法・材料などを記載した図面を作成する必要がある。図面は、図面を作成する人の意図が、図面を使う人に間違いなく伝達でき、誰でも同じ解釈ができる必要がある。図面には、その目的を達成するために、所定の様式で表面性状、材料、加工法などを付記することが求められる。また、情報の保存、検索、利用などが確実にできることが要求される。一方、製品を製作・利用する者には、図面を正しく迅速に描け、図を正しく迅速に読み取ることが要求される。

1.3 図面の種類

1.3.1 用途による分類例

- a. 計画図 製作図を作成する為の基礎になる図面で、設計者の意図を十分に明示した図面で、電気機器関係では、接続図、系統図、組立図が計画図となることが多い
- b. 製作図 設計者の意図(製造などに必要なすべての情報)を製作作業者に伝える図面
- c. 注文図 注文者が注文書に添えて要求の大綱を受注者に示す図面

表1.1 製図に関する主なJIS規格

規格番号	規格名称	規格番号	規格名称
JIS Z 8310	[通則] 製図総則	JIS B 0002-1~3	[特殊な製図に関する規格] 製図-ねじ及びねじ部品
JIS Z 8114	用語	JIS B 0003	歯車製図
JIS B 3401	製図-製図用語	JIS B 0004	ばね製図
	CAD用語	JIS B 0005-1,2	製図-転がり軸受
JIS Z 8311	[基本的事項に関する規格] 製図-製図用紙のサイズ及び図面の様式	JIS B 0011-1~3	製図-配管の簡略図示方法
JIS Z 8312	製図-表示の一般原則-線の基本原則	JIS C 0303	[図記号などに関する規格] 構内電気設備の配線用図記号
JIS Z 8313	製図-文字	JIS C 0617-1~13	電気用図記号
-0~2,5,10		JIS C 1082-1~4	電気技術文書
JIS Z 8314	製図-尺度	JIS C 0445	機器の端子及び識別指定された電線端末の識別法
JIS Z 8315-1~4	製図-投影法	JIS C 0446	色又は数字による電線の識別
JIS Z 8321	製図-表示の一般原則-CADに用いる線	JIS C 0450	信号指定及び接続指定
JIS Z 8322	製図-表示の一般原則-引出線及び参照線の基本事項と適用	JIS C 0451	プラント、システム及び装置用の技術文書の分類及び指定
JIS Z 8316	[一般事項に関する規格] 製図-図形の表し方の原則	JIS C 0452-1,2	工業用システム、設備及び装置、並びに工業製品-構造化原理及び参照指定
JIS Z 8317-1	製図-寸法及び公差の記入方法	JIS C 0453	部品リストの作成
JIS Z 8318	製品の技術文書情報(TPD)-長さ寸法及び角度寸法の許容限界の指示方法	JIS C 0454	技術情報及び文書の構造化
JIS B 0021	製品の幾何特性仕様(GPS)-幾何公差表示方式	JIS C 0455	工業用システム、設備及び装置、並びに工業製品-システムにおける接続端の識別
JIS B 0022	幾何公差のためのデータ	JIS C 0457	取扱説明の作成-構成、内容及び表示方法
JIS B 0023	製図-最大実体公差方式及び最小実体公差方式	JIS B 0125-1,2	油圧・空気圧システム及び機器-図記号及び回路図
JIS B 0024	製品の幾何特性仕様(GPS)-基本原則	JIS B 8601	冷凍用図記号
JIS B 0031	製品の幾何特性仕様(GPS)-表面性状の図示方法	JIS E 4017	鉄道車両-電気用図記号
JIS B 0401-1,2	製品の幾何特性仕様(GPS)-サイズ公差及びはめ合いの方式	JIS F 8013	船用電気図記号-通信、計測、航海及び無線関係
JIS B 0405	普通公差-個々に公差の指示がない長さ寸法及び角度寸法に対する公差	JIS X 0121	情報処理用流れ図・プログラム網図・システム資源図記号
JIS B 0419	普通公差-個々に公差の指示がない形体に対する幾何公差	JIS X 0127	計算機システム構成の図記号と用法
JIS B 0420-1	製品の幾何特性仕様(GPS)-寸法の公差表示方式	JIS Z 3021	溶接記号
	[部門別に関する規格]	JIS Z 8204	計装用記号
JIS A 0101	土木製図	JIS Z 8206	工程図記号
JIS A 0150	建築製図通則	JIS Z 8207	真空装置用図記号
JIS B 0001	機械製図	JIS Z 8221-1~3	機器・装置用図記号の基本原則
JIS B 3402	CAD機械製図	JIS Z 8222-1~3	製品技術文書に用いる図記号のデザイン
		JIS Z 8245-1	技術文書マネジメント-第1部:原則及び方法
		JIS Z 8617-1~15	ダイヤグラム用図記号

- d. 承認用図 注文者などの承認を求めるための図面で、一般には組立図や接続図、重要な部分には部品図が用いられる
- e. 承認図 内容検討を経て、注文者などの承認を受けた、製作を行う基礎になる図面
- f. 見積図 見積書に添えて、照会者へ提出する図面
- g. 説明図 機能・構造・性能などを説明する為の図面で、一見して良くわかるように描く必要がある

1.3.2 図面の内容による分類例

- a. 組立図 機器の組み立てられた状態を示す図面で、構造明確化のために断面を描いたり、各部品に番号を付けたりするが、寸法は組立てに必要なものだけを記入する
- b. 部分組立図 特に複雑な構造を明確にして組立てを容易にするために、部分的な組立てを示す図面
- c. 部品図 部品製作に必要なすべての事項を詳細に記入した部品の最終仕上げの詳細を示す図面
- d. 詳細図 必要箇所を部分的に取り出し、縮尺を変えて、その形状、寸法、機構などを明確にするための図面
- e. 工程図 製造工程の途中の状態または一連の工程全体を示す図面(製作図)
- f. 接続図 電気用図記号と線で、電気機器内部および電気機器相互間の電氣的接続状態・機能を表す図面
- g. 配線図 部品の大きさ・取付位置、線の種類・太さ・長さ、配線の位置・方法などを示す図面(製作図)
- h. 配管図 バルブなどの位置、管の太さ・長さ、配管の位置・取付方法などを示す図面(製作図)
- i. 系統図 水・油・ガス・電気などの接続や動作系統を示す線図で、計画図や説明図に用いる
- j. 基礎図 構造物や機械の基礎工事に使用する基礎を示す図面
- k. 据付図 機械、電気機器などの大きさ、動く範囲、基礎にのせる状態などを明確にした据付関係を示す図面
- l. 配置図 地域内の建物の位置や、機械、電気機器などの据付けの詳細を示す図面
- m. 装置図 各装置の配置や製造工程などの関係を表す図面
- n. 外形図 主要寸法が記入された対象物の外形を示す図面
- o. 構造線図 機械、建物などの骨組みを示す図面
- p. 曲面図 船体、車体などの複雑な曲面を線群で表した図面

1.4 製図用紙

1.4.1 図面の大きさ

原図には必要とする明瞭さおよび細かさを保てる最小の用紙を用いる。紙の大きさにはA系列とB系列があり、その加工仕上寸法はJIS P 0138で定められている。原図および複製された図面の大きさは、A列判のA0～A4に裁断されたA列サイズ(第1優先サイズ)から選ぶが、特に長い用紙が必要な場合は特別延長サイズ(第2優先サイズ)、非常に大きな用紙または例外的に延長した用紙が必要な場合は例外延長サイズ(第3優先サイズ)から選んで使用する(表1.2)。特別延長サイズおよび例外延長サイズはA列の判の短辺を正数倍した長さに延長して長辺にすることで得られる。製図用紙は、長辺を横方向または縦方向いずれにして使用してもよいが、機械製図では、A4判以外は横方向で使用することになっている。尚、電気文書(製図)では、例外延長サイズは使用できず、また、データシートや説明書にA5判の用紙を使用できる。

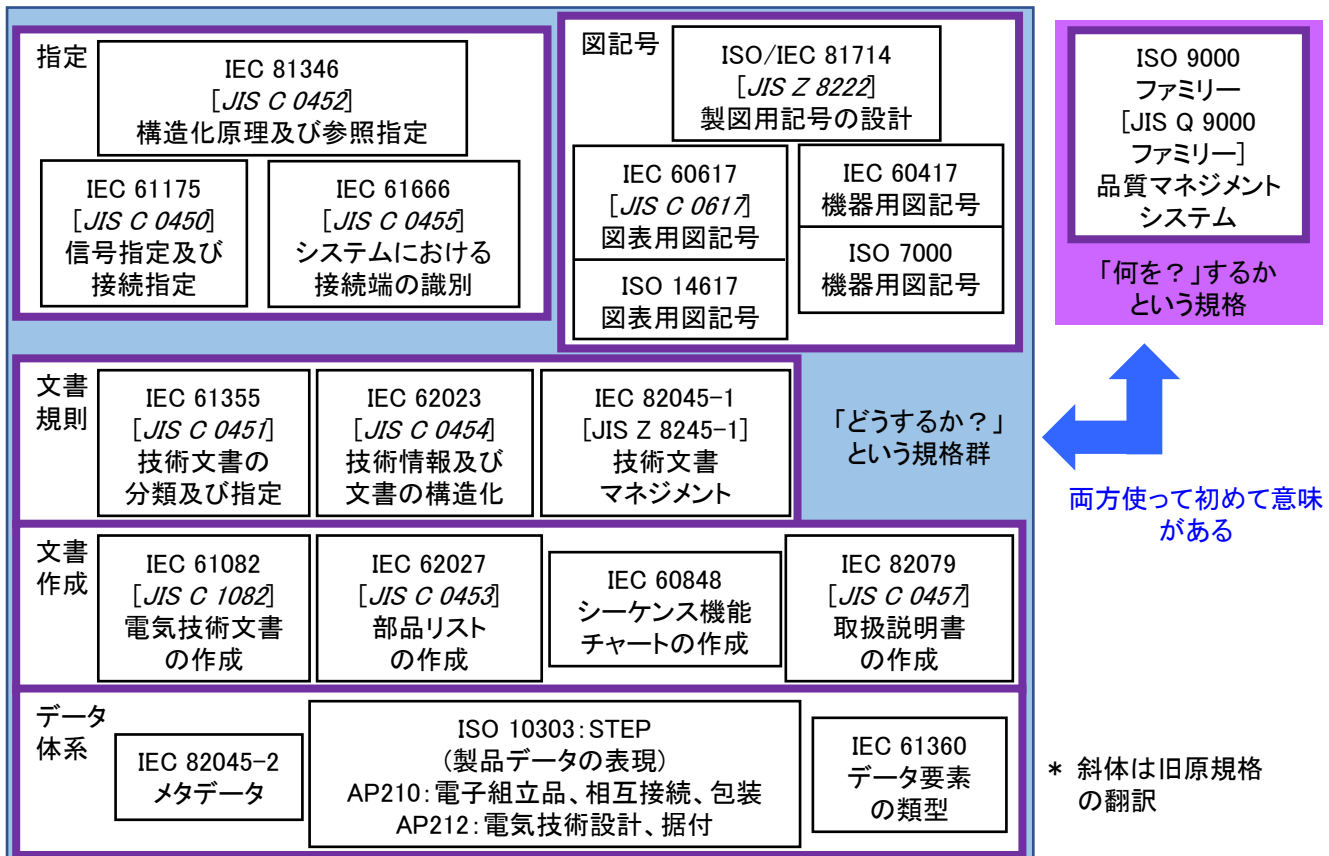


図1.1 文書作成・マネージメントの規格群

表1.2 製図用紙の大きさ

A列サイズ(第1優先)			特別延長サイズ(第2優先)			例外延長サイズ(第3優先)								
呼び方	寸法	輪郭の最小幅	呼び方	寸法	輪郭の最小幅	呼び方	寸法	輪郭の最小幅	呼び方	寸法	輪郭の最小幅	呼び方	寸法	輪郭の最小幅
A0	841×1189	a	A3×3	420×891	b	A0×2	1189×1682	a	A2×4	594×1682	a	A4×6	297×1261	b
A1	594×841	a	A3×4	420×1189	b	A0×3	1189×2523	a	A2×5	594×2102	a	A4×7	297×1471	b
A2	420×594	b	A4×3	297×630	b	A1×3	841×1783	a	A3×5	420×1486	b	A4×8	297×1682	b
A3	297×420	b	A4×4	297×841	b	A1×4	841×2378	a	A3×6	420×1783	b	A4×9	297×1892	b
A4	210×297	b	A4×5	297×1051	b	A2×3	594×1261	a	A3×7	420×2080	b			

輪郭の最小幅a c:20mm, d:20mm

輪郭の最小幅b c:10mm, d:綴じない場合10mm、綴じる場合20mm

1.4.2 図面の様式

図面には、表題欄、輪郭、中心マークを必ず設ける必要がある。また、使用や取り扱いの便宜の為に、比較目盛や区域表示が設けられたり、図面の向きを示す方向マークや裁断マークが付けられることがある。

[1] 表題欄

表題欄の位置は用紙の長辺を横にしたX形(図1.2(a))、または長辺を縦にしたY形(図1.2(b))のいずれも図を描く領域の右下隅に来るようにする。但し、印刷された製図用紙では、用紙節約の為にX形用紙を縦(図1.2(c))に、Y形用紙を横(図1.2(d))に用いてもよく、この場合、表題欄は右上隅(土木製図では、禁止)となり、図面を特定する事項(図面番号、図名、作成元など)は右から見て読める向きになる。尚、図面番号は他の場所に追加記入してもよい。

表題欄の図面を特定する事項の部分は、それを正常な向きから見たときに表題欄の右下隅にあり、且つ、その長さは170mm以下である必要がある。これは複写した図面を折り畳んだときに表に位置し、一見で図面を特定し易くする為である(注:原図は折り畳まず保存する)。

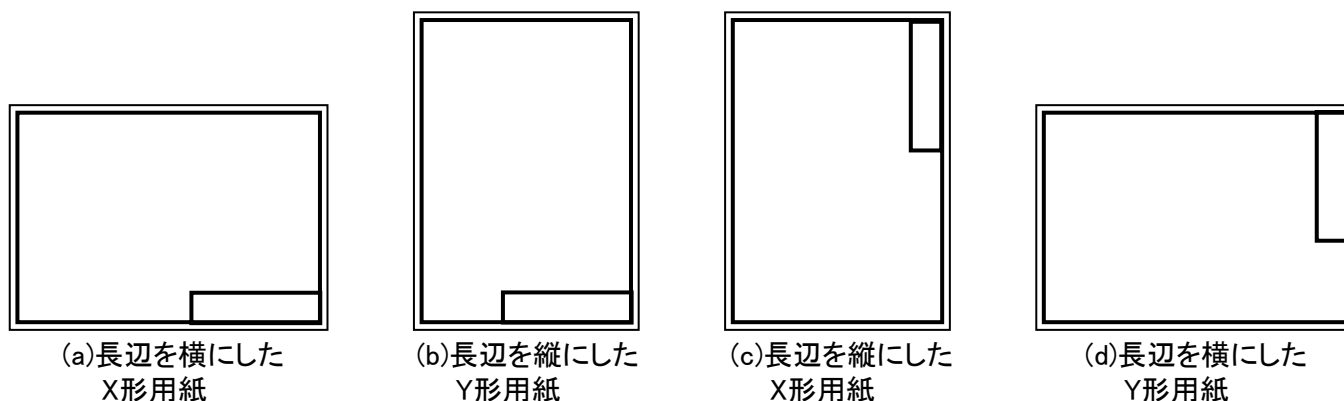


図1.2 表題欄の位置

[2] 輪郭および輪郭線

用紙の縁と図を描く領域を限定する枠に囲まれた輪郭(図1.3参照)は、すべてのサイズの用紙に設ける必要がある。輪郭の幅の最小値は、A0及びA1サイズでは20mm、A2、A3及びA4サイズでは10mmである。この値は、複写したときに輪郭の幅が狭くなることを考慮して設定されている。

穴あけの為に設ける綴じ代は、表題欄から最も離れた位置に置き、その最小幅は20mmである。

図を描く領域を限定するための輪郭線は、最小0.5mmの太さの実線で描く。0.5mm以外の太さの線を用いる場合、線の太さはJIS Z 8312による。

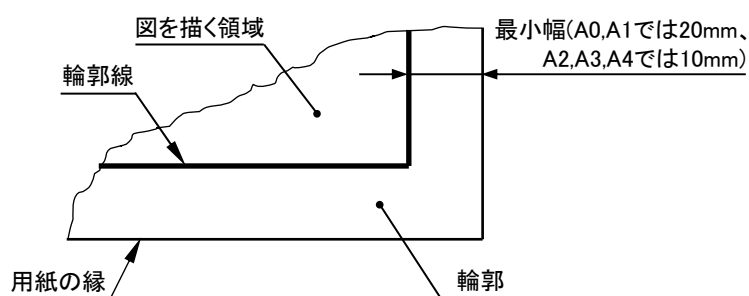


図1.3 輪郭

[3] 中心マーク

複写またはマイクロフィルム撮影の際の図面の位置決めに便利のように4個の中心マークを設ける。中心マーク(図1.4)は、用紙の対称軸の両端に用紙端から輪郭線の内側約5mmまで、最小0.5mmも太さの直線で描く。中心マークの位置の許容差は±0.5mmである。第3優先サイズの用紙は、1コマでマイクロフィルム撮影するには大き過ぎ、図面の長辺上でマイクロフィルム撮影する各分割画面の中央位置に中心マークを設ける。分割するコマ数は、図面の復元を容易にする為、十分な重なりを生じるように選び、図面番号は各分割画面に現れるようにし、必要に応じて分割画面の番号をその後に続ける。尚、建築製図では、中心マークは、必須要素ではない。

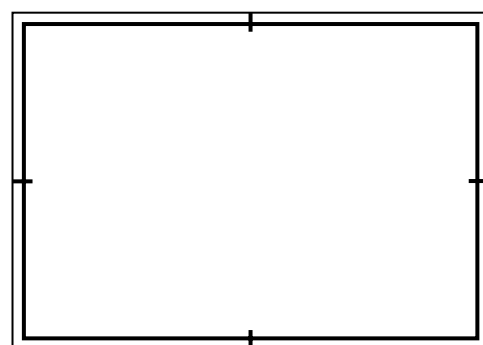


図1.4 中心マーク

[4] 方向マーク

方向マーク(図1.5)は、製図板上の製図用紙の向きを示す為に設けられる。方向マークには矢印が用いられ、1つは製図用紙の長辺側、もう一つは短辺側に、それぞれ中心マークに一致させて輪郭線を横切って置く(図1.6)。また、1つは常に製図者を指すようにする。

[5] 比較目盛

図面を拡大縮小した場合の割合をチェックする為に、すべての図面上に長さが最小100mmで10mm間隔に目盛をした数字の記載がない比較目盛(図1.7)を設けることが望ましい。

比較目盛は、輪郭内で輪郭線に近く、なるべく中心マークに対称に配置し、幅は最小5mmとする。また、目盛線は、太さが最小0.5mmの直線とする。

2つ以上の分割画面でマイクロフィルム撮影すると考えられる図面では、各分割画面に比較目盛を配置する。

[6] 格子参照方式

詳細図示の部分、追加、修正などで、図面上の場所を容易に示す為に、図面に格子参照方式(図1.8)を設けることが望ましい。

格子参照方式の線は、輪郭線の外側に太さが最小0.5mmの直線とし、用紙の縁まで施す。分割の数は、図面の複雑に応じて選び、偶数とする。また、格子を形成する長方形の長辺の長さ(格子の間隔)は25~75mmとする。(回路図、論理図など、基準寸法Mを基にして描く電気製図では、この規則は適用されず、格子の間隔をMを基にして決めるので、分割の数が奇数となることがある。)

格子の長方形は、用紙の1つの辺(用紙の左右の辺)に沿ってローマ字の大文字、他の辺(用紙の上下の辺)に沿って数字で参照するようにする。記入する文字・数字の順番は、表題欄の反対側の隅から始まるようにし、対辺にも同じ記入をする。

文字・数字は、輪郭の中に、用紙の縁から最小5mm空けて輪郭線の近くにJIS Z 8313-1に規定する直立体の英字・数字で記入する。文字記入の区域の数がアルファベットの数を超える場合は、超えた部分の参照文字は二重文字(AA、BB、CCなど)とするのが良い。

[7] 裁断マーク

複写図の裁断に便利な為、裁断された用紙の4隅の輪郭内に裁断マーク(図1.9)を設けても良い。裁断マークは自動切断の場合、センサの検知用マークになるので、形状は太さ2mmの2本の短い直線にするのが良い。自動裁断に不都合がない場合は、2辺の長さが約10mmの直角二等辺三角形にしても良い。

1.4.3 図面の折り方

原図は折り目をつけずに保存するが、複写した図面及び関連文書は折り畳んで保存する。国際規格には、折り方は規定していないが、JISではJIS Z 8311の付属書に参考として3つの折り方が記載されている(図1.10)。但し、折り方の手順は記載されていない。

基本折りは、一般的な折り方

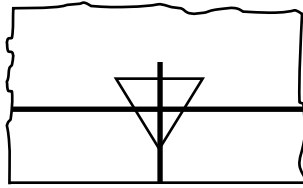


図1.5 方向マーク

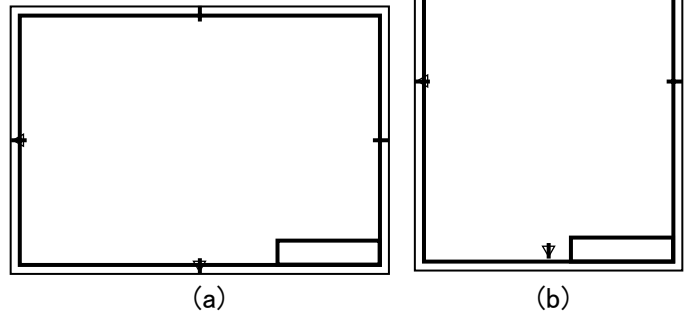


図1.6 方向マークを付けたX形用紙(a)とY形用紙(b)

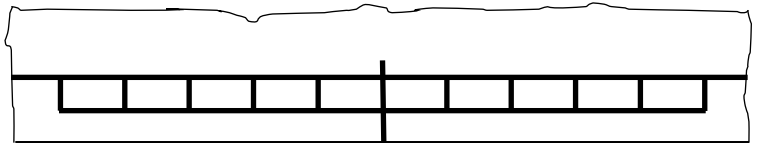


図1.7 比較目盛

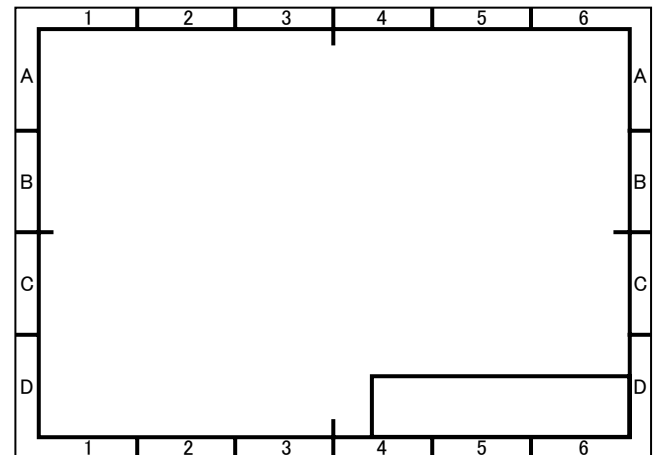
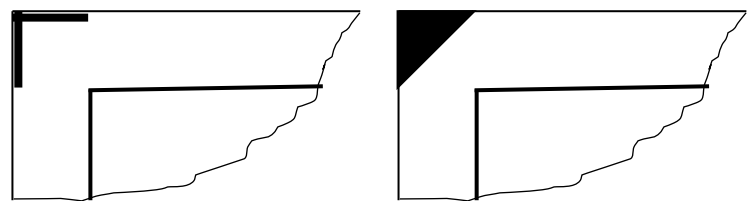
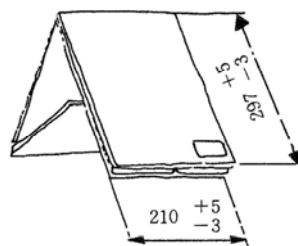


図1.8 格子参照方式

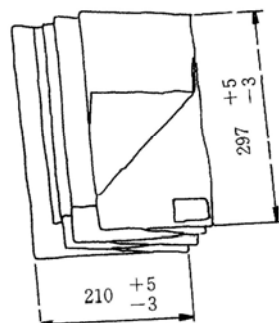


(a) 2本の直線 (b) 直角二等辺三角形

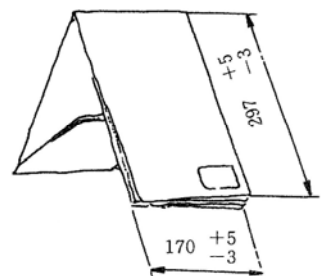
図1.9 裁断マーク



(a) 基本折り



(b) ファイル折り



(c) 図面袋折り

図1.10 図面の折り方

で、大きさはA4サイズである。このまま保管するか、これに綴じ代の部分(みみ)を取り付けて綴じて保管する。綴じ代を付けた場合の最大寸法は、230mm×297mmである。

ファイル折りは、綴じ代を設けた折り方で、大きさはA4サイズである。

図面袋折りは、綴じ穴があるA4サイズの袋に入れるように折り畳む方法で、寸法は170mm×297mmである。

折り畳んだ時の寸法許容差は+5mm、-3mmである(図1.10参照)。いずれの折り方でも、どういう図面であるかが一見で分かるようにする為、折り畳み後、表題欄は表に現れるようにする必要があるのである。

図面の綴じ穴は、2穴、3穴、4穴の3種類が規定されている(図1.11)。

1.5 製図に用いる線

1.5.1 線の種類

製図、設計などの技術製図に使用する15種類の基本形の図線を表1.3に示す。「点」と呼ばれているが、一点鎖線、二点鎖線の点は短い直線であるのに対し、他の鎖線や点線の点は、縁部が丸いドット状である。表1.3の点の長さ0.5mm以下はドットの直線部分の長さであり、円部の丸みは含まれない。

線の基本形の実線を変形した4種類の線も規定されている(表1.4)。

同じ長さの基本形の線を2本以上、または、基本形の線と記号要素を組合せて、種々の線を作成することができる。2本以上の組合せとしては、平行に(図1.12)、重ねて(図1.13)、および繰り返して(図1.14)配置する方法などがある。

表1.4 実線の変形

線形	呼び方
	一様な波形実線
	一様なつる巻実線
	一様なジグザグ実線
	フリーハンド実線

備考 線形番号01の基本形から変形した線形だけを示す。線形番号02～15からの変形も可能であり、同じ手順で作成する

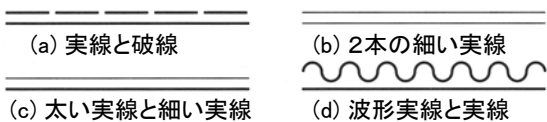


図1.12 平行な2本の線の組合せ例



図1.13 異なる線の重ね合わせ例

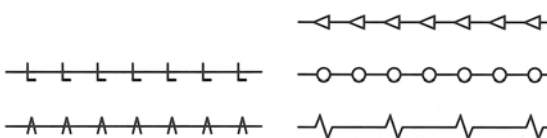


図1.14 実線と記号要素の組合せ例

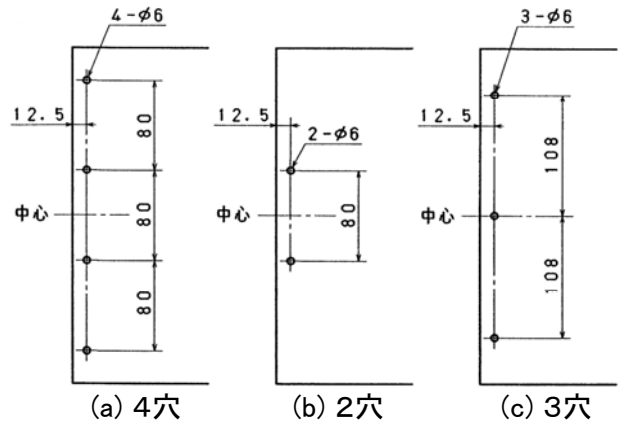


図1.11 綴じ穴の寸法

表1.3 線の種類とその要素の長さと呼び方

線形番号	線の基本形(線形)	線の要素の長さ					呼び方 [対応英語(参考)]
		点	すき間	極短線	短線	長線	
01	連続した線。						実線 [continuous line]
02	一定の間隔で短い線の要素が規則的に繰り返される線。		3d		12d		破線 [dashed line]
03	短線と長すき間が繰り返される線。				12d	18d	跳び破線 [dashed spaced line]
04	長及び極短(ドット)の2種類の長さの線の要素が、長・極短の順に繰り返される線。	0.5d以下	3d			24d	一点鎖線 [long dashed dotted line]
05	長及び極短(ドット)の2種類の長さの線の要素が、長・極短・極短の順に繰り返される線。	0.5d以下	3d			24d	二点鎖線 [long dashed double-dotted line]
06	長及び極短(ドット)の2種類の長さの線の要素が、長・極短・極短・極短の順に繰り返される線。	0.5d以下	3d			24d	三点鎖線 [long dashed triplicate-dotted line]
07	ごく短い線の要素をわずかな間隔で並べた線。	0.5d以下	3d				点線 [dotted line]
08	長及び極短(ダッシュ)の2種類の長さの線の要素が交互に繰り返される線。		3d	6d		24d	一点鎖線 [long dashed short dashed line]
09	長及び極短(ダッシュ)2種類の長さの線の要素が、長・極短・極短の順に繰り返される線。		3d	6d		24d	二点鎖線 [long dashed double-short dashed line]
10	短及び極短(ドット)の2種類の長さの線の要素が、順に繰り返される線。	0.5d以下	3d		12d		一点短鎖線 [dashed dotted line]
11	短及び極短(ドット)の2種類の長さの線の要素が、短・短・極短の順に繰り返される線。	0.5d以下	3d		12d		一点二短鎖線 [double-dashed dotted line]
12	短及び極短(ドット)の2種類の長さの線の要素が、短・極短・極短の順に繰り返される線。	0.5d以下	3d		12d		二点短鎖線 [dashed double-dotted line]
13	短及び極短(ドット)の2種類の長さの線の要素が、短・短・極短・極短の順に繰り返される線。	0.5d以下	3d		12d		二点二短鎖線 [double-dashed double-dotted line]
14	短及び極短(ドット)の2種類の長さの線の要素が、短・極短・極短・極短の順に繰り返される線。	0.5d以下	3d		12d		三点短鎖線 [dashed triplicate-dotted line]
15	短線・短線と点・点・点が繰り返される線。	0.5d以下	3d		12d		三点二短鎖線 [double-dashed triplicate-dotted line]

1.5.2 線の寸法

すべての種類の線の太さは、図面の大きさに応じて次の寸法のいずれかにする。この数列は公比 $\sqrt{2}$ としている。

0.13mm、0.18mm、0.25mm、0.35mm、0.5mm、0.7mm、1mm、1.4mm、2mm

但し、0.13mm、0.18mmの線は、図面を複製・複写したときに、かすれたり、見難くなったりするので、なるべく使わない方がよい(電気製図では、0.18mm以上の線だけが使用できる)。

1本の線は全長に亘って一様である必要がある。細線、太線、および極太線の太さの比は1:2:4であるが、隣接した異なる太さの2本の線が明瞭に区別できれば、この比からずれていてもよい。

1.5.3 線の表し方

平行な線の最小間隔(線の中心から中心までの距離)は、他に規定がない限り、0.7mmより狭くしてはならない。(後述のように、JIS Z 8316で、線と線の隙間は0.7mm以上であることが望ましいとなっている)

点線は点の部分で、点線以外は線分の部分で交差させる(図1.15、例外:図1.21)。従って、線は交差する点から描き始めるか、線分によって作られる十字形、若しくは任意の公差形から描き始める。

二つの異なった2本の平行線は、2番目の線(副線)を1番目に描いた線の下側または右側に描く(図1.16)。

線は、背景に応じて黒色または白色とする。他の色を使用する場合は、色の意味を説明する必要がある。

基本的な線の種類の指示は、

- a) "線"または"Line"
- b) JIS Z 8312(または、ISO128-20)の引用
- c) 表1.4の線形番号
- d) 線の太さ
- e) 色(必要に応じて表示)

の順に記入して行う(例:線形番号05、線の太さ0.13mm、白色の場合 線 JIS Z 8312-05×0.13/白色、Line ISO 128-20-05×0.13/white)。

1.5.4 機械製図の線

線の用途は各使用分野で規定され、やや異なる。機械製図の線は、実線、破線、一点鎖線、二点鎖線の4種類であるが、必要があって、これら以外の線を使用する場合は、必ず図面中にその線の用途を示しておく必要がある。

線は線形とその太さによって表1.5のように使い分ける(例:図1.17)。この表または特に定められた他の規格に依らない用法の線を用いる場合は、その線の用途を図中に記入する必要がある。

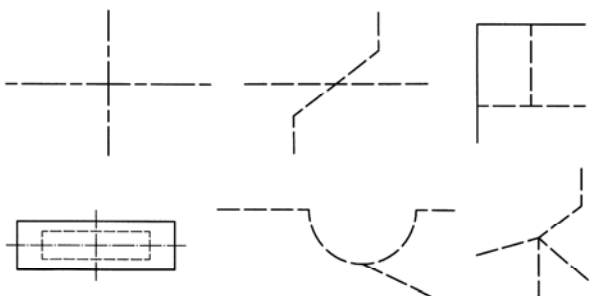


図1.15 線の公差

表1.5 機械製図における線の種類による用法

用途による名称	線の種類	線の用途
外形線 (visible outlines)	太い実線	対象物の見える部分の形状を表すのに用いる。
寸法線 (dimension lines) 寸法補助線 (projection lines) 引出線 (leader lines)	細い実線	寸法を記入するのに用いる。 寸法を記入するために図形から引き出すのに用いる。 記述・記号などを示すために引き出すのに用いる。
回転断面線 (outlines of revolved sections in place)		図形内にその部分の切り口を90°回転して表すのに用いる。
中心線 (centre lines)		図形の中心線(4.1)を簡略に表すのに用いる。
水準面線 (lines of water level)		水面、液面などの位置を表すのに用いる。
かくれ線 (hidden outlines)	細い破線 または太い破線	対象物の見えない部分の形状を表すのに用いる。
中心線 (centre line)	細い一点鎖線	(1) 図形の中心を表すのに用いる。 (2) 中心が移動した中心軌跡を表すのに用いる。
基準線 (reference lines)		とくに位置決定のよりどころであることを明示するのに用いる。
ピッチ線 (pitch lines)		繰り返し図形のピッチをとる基準を表すのに用いる。
特殊指定線 (lines for special requirement)	太い一点鎖線	特殊な加工を施す部分など特別な要求事項を適用すべき範囲を表すのに用いる。
想像線*1 (imaginary line, fictitious outline)	細い二点鎖線	(1) 隣接部分を参考に表すのに用いる。 (2) 工具、ジグなどの位置を参考に示すのに用いる。 (3) 可動部分を、移動中の特定の位置または移動の限界の位置で表すのに用いる。 (4) 加工前または加工後の形状を表すのに用いる。 (5) 繰り返しを示すのに用いる。 (6) 図示された断面の手前にある部分を表すのに用いる。
重心線 (centroidal lines)		断面の重心を連ねた線を表すのに用いる。
破断線 (lines of limit of partial or interrupted views and section)	不規則な波形の細い実線 またはジグザグ線	対象物の一部を破った境界、または一部を取り去った境界を表すのに用いる。
切断線 (lines of cutting plane)	細い一点鎖線で端部および方向の変わる部分を太くしたもの*2	断面図を描く場合、その切断位置を対応する図に表すのに用いる。
ハッチング (hatching)	細い実線で規則的に並べたもの	図形の限定された特定の部分を他の部分と区別するのに用いる。たとえば断面図の切り口を示す。
特殊な用途の線 (line for special requirement)	細い実線	(1) 外形線及びかくれ線の延長を表すのに用いる。 (2) 平面であることを示すのに用いる。 (3) 位置を明示または説明するのに用いる。
	極太の実線	薄肉部の単線図を明示するのに用いる。

*1 想像線は、投影法上で図形に現れないが、便宜上必要な形状を示すのに用いる。
*2 他の用途と混用の恐れがないときは、端部及び方向の変わる部分を太くする必要はない。

図面で2種類以上の線が同じ場所に重なる場合、図に描く線は、次の優先順位に従って描く(図1.18)。

1. 外形線
2. かくれ線
3. 切断線
4. 中心線
5. 重心線
6. 寸法補助線

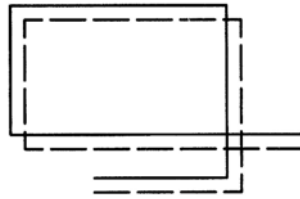


図1.16 副線の描き方

線の中心距離を線間隔といい、その太さ方向の中心は線の理論上描く位置にある(図1.19)。互いに接近する平行線の最小隙間は、最も太い線の線幅の2倍以上とし、線と線の隙間は0.7mm以上とするのが望ましい。尚、太い線は接近していると複写のときに密着し易いので、寸法上、線が極めて接近する場合は実寸に関係なく、線間隔を誇張して広げて描くとよい。

公差線が密集する場合は、その線間の最小隙間は最も太い線の線幅の2倍以上ではなく、3倍以上にする(図1.20.a)。

多数の線が1点に集中する場合は、紛らわしくない限り、線間の最小隙間が最も太い線幅の約2倍になる位置で止め、点の周囲を空けるのが良い(図1.20.b)。これは、マイクロフィルム撮影による縮小、拡大、複写などで、いわゆる”線がつぶれる”、”団子になる”ということ为了避免のためである。

線は見易さや明瞭に区別できることが重要で、当然ながら、線をずれて交わらせることがないようにする、線の太さや色の濃度が均一になるように描くことが必要となる。特にコンパスで円や円弧を描くときは力が不均一となるので注意する必要がある。また、破線や鎖線を描くときは、短線や長線の長さ、および間隔が均一になるように注意を払う。線は、線分のところで交差するのが原則だが、直線と曲線が交わるなどの場合、この原則に従うと、例えば、どこまで外形線、どこからかくれ線であるか(線の始点、終点の位置)が分からないことが起きる。このような場合は、破線の隙間と実線を交差するなどして、区別できるようにすることが求められる。同種の線が平行して描かれる場合も、誤判読の恐れがあるので、位置をずらすなどして区別できるようにする必要がある。間に別の線種が描かれる場合は誤判読の恐れは少ないので、ずらす必要はない。

線引き上の注意事項を表1.6に示す。

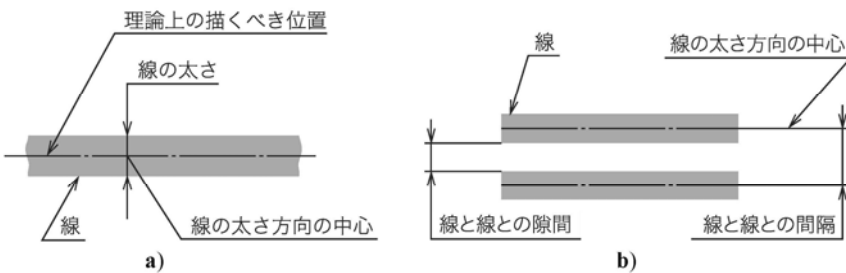
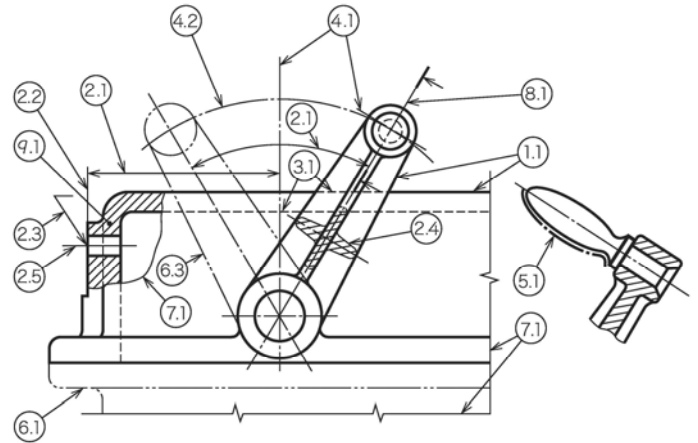


図1.19 線の中心位置、間隔、隙間



- 1.1 外形線、2.1 寸法線、2.2 寸法補助線、2.3 引出線、2.4 回転断面線
2.5 中心線、3.1 かくれ線、4.1 中心線、4.2 中心線(中心軌跡)
5.1 特殊指定線、6.1 想像線(隣接)、6.3 想像線(可動部分)、7.1 破断線
8.1 切断線、9.1 ハッチング

図1.17 線の用法の図例

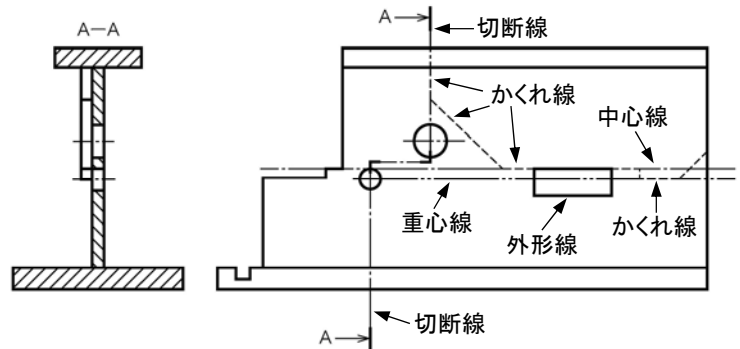


図1.18 線の優先順位

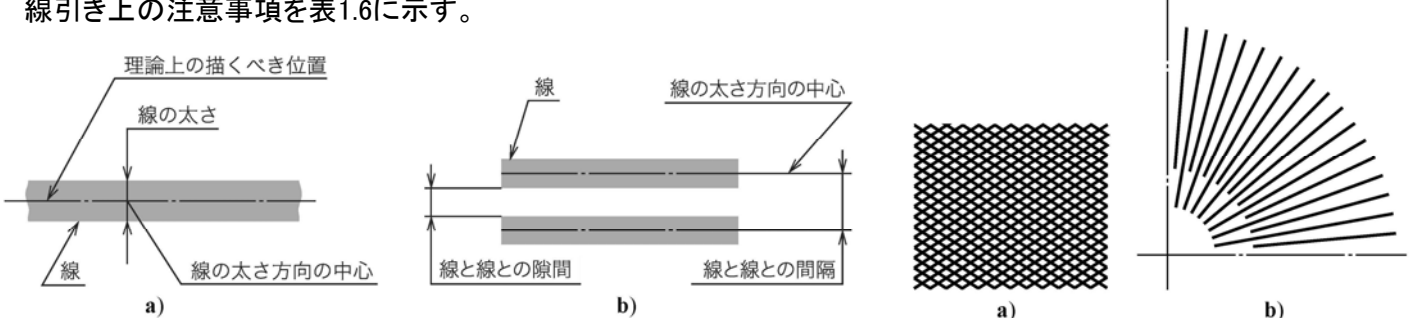


図1.20 線が密集する場合の図例

1.6 製図に用いる文字

図面に記入されている文字は正確に読めることが大事な為、明瞭にはっきりと書くとともに、同じ大きさの文字は、同じ高さ、太さで書き、線の幅を揃え、図の線と同じ濃度に揃える必要がある。また、マイクロフィルム撮影や複写などで少々毀損などしていても文字間の混同がなく、明瞭に見分けられる必要がある。

文字の大きさは大文字の外側輪郭の高さで呼び、次の8種類があるが、1.8mmはCAD用文字にのみ適用され、漢字は、3.5mm以上である。また、機械製図では、特に必要な場合を除き、10mm以下を使用する。

1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm

書体には、高さが線の太さの14倍のA形直立体文字、A形斜体文字、CA形直立体文字、CA形斜体文字、高さが線の太さの10倍のB形直立体文字、B形斜体文字、CB形直立体文字、CB形斜体文字がある。CA

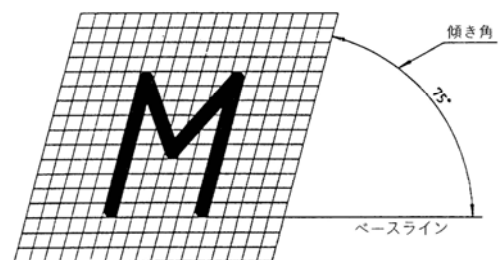


図1.21 斜体文字例

形直立体文字、CA形斜体文字、CB形直立体文字、CB形斜体文字はCAD用の文字である。図1.22にA形直立体文字、図1.23にB形直立体文字の例を示す。

斜体文字は直立体を水平方向に対して右方向に75°の角度に傾けた文字である(図1.21)。

製図には、直立体文字、斜体文字のいずれを使用しても良いが、混用はしない。書体も混用はしない。但し、量記号は斜体、単位記号は直立体とする。その他、各分野で字体が定められているものについては、その規定に従って表記する。

JIS Z 8313-0:1998では、A形書体とB形書体の寸法を図1.25、表1.7のように定めているが、一方で、JIS Z 8313-1:1998でローマ字、数字および記号の寸法の推奨比率(表1.8)を規定している。ここでは、JIS Z 8313-1:1998に沿って説明する。

A形書体では、大文字の高さはすべて線の太さの14倍、小文字はa、c、eなどは線の太さの10倍

の高さ(図1.25のc₁)、b、d、f、hなどは、この高さより線の太さの4倍(図1.25のc₃)だけ高くなり、g、j、pなどはベースラインの下に線の太さの4倍(図1.25のc₂)だけ突き出る。また、ベースラインの最小ピッチは線の太さの20倍となっている。アクセント記号やダイヤクリティカルマークなどが文字の上に付くときやg、jなどの小文字があるときは、線の太さの4倍(図1.25のc₃やf)だけ文字の高さが高くなるので、その分だけ最小ピッチは増える。

B形書体では、大文字の高さはすべて線の太さの10倍、小文字はa、c、eなどは線の太さの7倍の高さ、b、d、f、hなどは、この高さより線の太さの3倍だけ高くなり、g、j、pなどはベースラインの下に線の太さの3倍だけ突き出る。また、ベースラインの最小ピッチは線の太さの14倍となっている。アクセント記号やダイヤクリティカルマークなどで最小ピッチが変わるのはA形書体と同様で、線の太さの3倍増加する。

いずれの書体でも文字間(図1.25のa)の隙間は線の太さの2倍(線の太さが異なるときは、太い線の2倍)以上、単語

表1.6 線引き上の注意

よい例		
悪い例		
備考	破線と破線または実線が、接続するときは接するように、交わる時は長い線の部分で交わるように引く。	同一直線上または同一円弧上で破線が実線と接続するときは、すきまをあける。
よい例		
悪い例		
備考	直線の破線に接続する円弧の破線はその接点からはじめる。	接近した破線はすきまの位置をずらす。中心線がはいるときは、すきまの位置をそろえたほうがよい。
備考		太線や細線が重なるときは、たがいの線の中心が一致するように引く。

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

[(!?,:;"' - = + x : √ % &)] φ 0 1 2 3 4 5 6 7 7 8 9 I V X

図1.22 A形直立体文字

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

[(!?,:;"' - = + x : √ % &)] φ 0 1 2 3 4 5 6 7 7 8 9 I V X

図1.23 B形直立体文字

間の隙間(図1.25のe)は線の太さの6倍以上空けることになっているが、LA、TV、Trなどの特定の文字・記号の組合せで視覚的に十分判別可能な場合は、文字間の隙間はその半分である線の太さ分だけ空けても良いことになっている。

表1.8に、A形書体、B形書体の文字の大きさの標準値に対する文字間の隙間、ベースラインの最小ピッチ、文字の線の太さ等の寸法の推奨比率を示す。

字句につけるアンダーライン、オーバーラインは、小文字の尾部、アクセント記号、ダイヤクリティカルマークがある場合は中断するのが良い(図1.24)。これができないときは、ベースラインのピッチを広げる。

後述の漢字、平仮名、片仮名などのように、様々な言語に対応する特殊な文字や独特の記号などに対しては、上記の考え方に沿ってデザインする。この時、線が交差する付近のインクのにじみを防止し、書き易くする為、線が直角に近い角度で交わるように文字の形を作る。

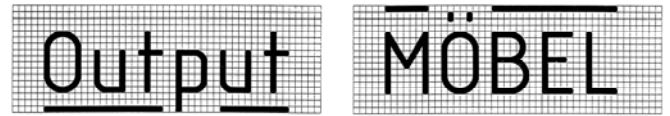


図1.24アンダーライン、オーバーラインの中断の例

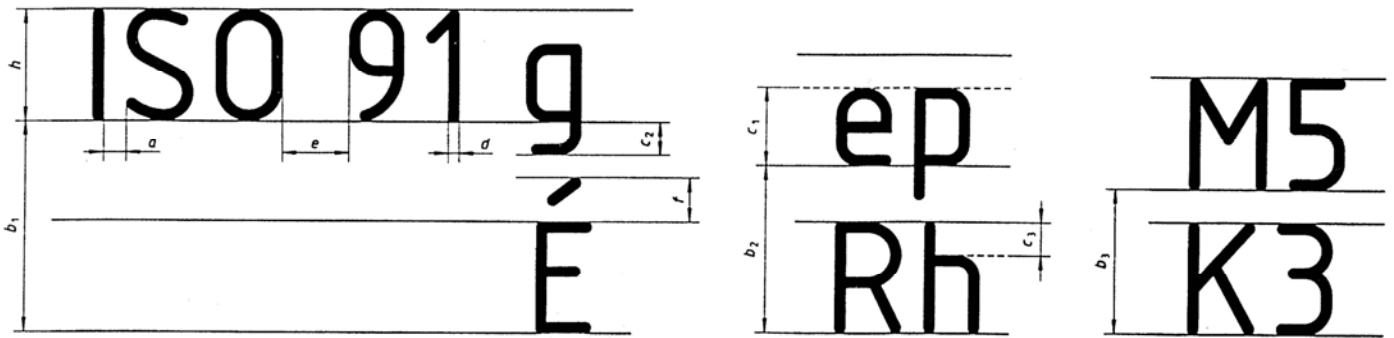


図1.25 文字の各部の寸法の概略

表1.7 A形書体、B形書体の寸法

A形書体(h=14d)

単位:mm

区分	比率	寸法								
		1.8	2.5	3.5	5	7	10	14	20	
文字の高さ	h	(14/14) h	1.8	2.5	3.5	5	7	10	14	20
小文字の高さ(x-ハイト)	c_1	(10/14) h	1.3	1.8	2.5	3.5	5	7	10	14
小文字の尾部	c_2	(4/14) h	0.5	0.72	1.0	1.43	2	2.8	4	5.7
小文字の柄部	c_3	(4/14) h	0.5	0.72	1.0	1.43	2	2.8	4	5.7
ダイヤクリティカルマークの領域(大文字)	f	(5/14) h	0.64	0.89	1.25	1.78	2.5	3.6	5	7
文字間のすき間	a	(2/14) h	0.26	0.36	0.5	0.7	1	1.4	2	2.8
ベースラインの最小ピッチ	b_1	(25/14) h	3.2	4.46	6.25	8.9	12.5	17.8	25	35.7
ベースラインの最小ピッチ	b_2	(21/14) h	2.73	3.78	5.25	7.35	10.5	14.7	21	29.4
ベースラインの最小ピッチ	b_3	(17/14) h	2.21	3.06	4.25	5.95	8.5	11.9	17	23.8
単語間のすき間	e	(6/14) h	0.78	1.08	1.5	2.1	3	4.2	6	8.4
線の太さ	d	(1/14) h	0.13	0.18	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4

B形書体(h=10d)

単位:mm

区分	比率	寸法								
		1.8	2.5	3.5	5	7	10	14	20	
文字の高さ	h	(10/10) h	1.8	2.5	3.5	5	7	10	14	20
小文字の高さ(x-ハイト)	c_1	(7/10) h	1.26	1.75	2.5	3.5	5	7	10	14
小文字の尾部	c_2	(3/10) h	0.54	0.75	1.05	1.5	2.1	3	4.2	6
小文字の柄部	c_3	(3/10) h	0.54	0.75	1.05	1.5	2.1	3	4.2	6.7
ダイヤクリティカルマークの領域(大文字)	f	(4/10) h	0.72	1	1.4	2	2.8	4	5.6	8
文字間のすき間	a	(2/10) h	0.36	0.5	0.7	1	1.4	2	2.8	4
ベースラインの最小ピッチ	b_1	(19/10) h	3.42	4.75	6.65	9.5	13.3	19	26.6	38
ベースラインの最小ピッチ	b_2	(15/10) h	2.7	3.75	5.25	7.5	10.5	15	21	30
ベースラインの最小ピッチ	b_3	(13/10) h	2.34	3.25	4.55	6.5	9.1	13	18.2	26
単語間のすき間	e	(6/10) h	1.08	1.5	2.1	3	4.2	6	8.4	12
線の太さ	d	(1/10) h	0.18	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2

漢字の高さ(基準枠の大きさ)の種類は、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm、仮名の高さ(基準枠の大きさ)は2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mmである。

一連の記述に用いる文字の大きさの比率は、漢字:仮名:ローマ字・数字・記号=1.4:1:1とする。漢字及び仮名に小さく添える“や”、“ゆ”及び“よ”(拗音)、つまる音を表す“っ”(促音)など小書きにする仮名の文字高さは、この比率において一般に0.7とする。

文字の幅は規定されていないが、読み易く、見栄えの良い寸法とする(例えば、 $(8/10)h$)。

ローマ字、数字、記号と混用する場合は、漢字、仮名のベースラインとローマ字、数字、記号のベースラインとは一致させる。

16画以上の漢字は複写などで“つぶれ”が生じる恐れがあるので、できる限り仮名書きとする。

仮名は、一連の図面において、平仮名、片仮名のいずれかを用いるが、外来語、動物・植物の学術名、及び、注意を促す表記に片仮名を用いることは混用とはみなさない。

漢字、仮名の線の太さは、文字の高さに対して、漢字は $1/14$ 、仮名は $1/10$ とすることが望ましい。

文字の隙間は、線の太さの2倍(線の太さが異なる場合は、広い方の線の太さの2倍)以上とする(図1.26のa)。

ベースラインの最小ピッチは、用いている文字の最大の高さの $14/10$ とする。

製図では図形や寸法数字などがすでに文章の役目を果たしているの、図面中に記入する文章は、注意書きや備考程度のものを簡条書きに、できる限り簡単明瞭に書く。専門用語は、原則としてJISに規定された用語と学術用語を用い、文章は口語体、左横書きとし、必要に応じて、分かち書きとする。

分かち書きとは、文中の文字全部を同一間隔に並べないで、英文を書く時のように文中に適切な隙間を設ける書き方をいう。

1.7 製図に用いる尺度

“対象物の実際の長さ寸法“に対する”原図に示した対象物の長さ寸法“の比を尺度という。尚、複写図の尺度は、原図の尺度と異なることがあるので注意を要する。

尺度には、現尺(1:1の尺度)、倍尺(1:1より大きい尺度)、縮尺(1:1より小さい尺度)がある。

尺度は、“尺度”の文字に続いて、その比をA:B(A:描いた図形での対応する長さ、B:対象物の実際の長さ)と表すが、誤読の恐れがない場合は“尺度”の文字を省略できる。

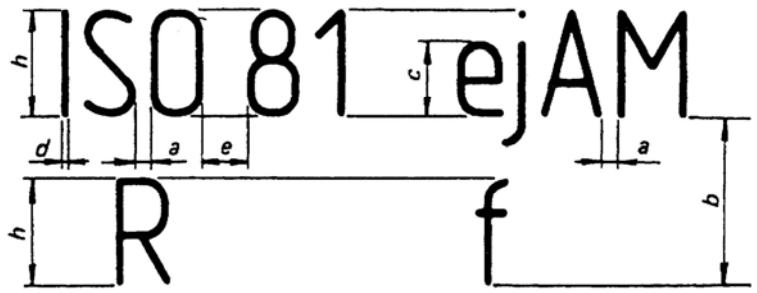
例1 現尺の場合 尺度1:1

例2 倍尺の場合 尺度5:1

例3 縮尺の場合 尺度1:2

図面に用いる尺度は表題欄に示す。1枚の図面に複数の尺度を用いるときは、主となる尺度のみ表題欄に示し、その他のすべての尺度は関係する部品の照合番号、または詳細を示した図(または断面図)の照合文字の近くに示す。

表1.8 文字の寸法の推奨比率



A形書体(h=14d)

単位:mm

区分	比率	寸法							
文字の高さ									
大文字の高さ	h (14/14) h	2.5	3.5	5	7	10	14	20	
小文字の高さ (柄部又は尾部を除く)	c (10/14) h	—	2.5	3.5	5	7	10	14	
文字間のすき間	a (2/14) h	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2	2.8	
ベースラインの最小ピッチ	b (20/14) h	3.5	5	7	10	14	20	28	
単語間の最小すき間	e (6/14) h	1.05	1.5	2.1	3	4.2	6	8.4	
文字の線の太さ	d (1/14) h	0.18	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	

B形書体(h=14d)

単位:mm

区分	比率	寸法							
文字の高さ									
大文字の高さ	h (10/10) h	2.5	3.5	5	7	10	14	20	
小文字の高さ (柄部又は尾部を除く)	c (7/10) h	—	2.5	3.5	5	7	10	14	
文字間のすき間	a (2/10) h	0.5	0.7	1	1.4	2	2.8	4	
ベースラインの最小ピッチ	b (14/10) h	3.5	5	7	10	14	20	28	
単語間の最小すき間	e (6/10) h	1.5	2.1	3	4.2	6	8.4	12	
文字の線の太さ	d (1/10) h	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2	

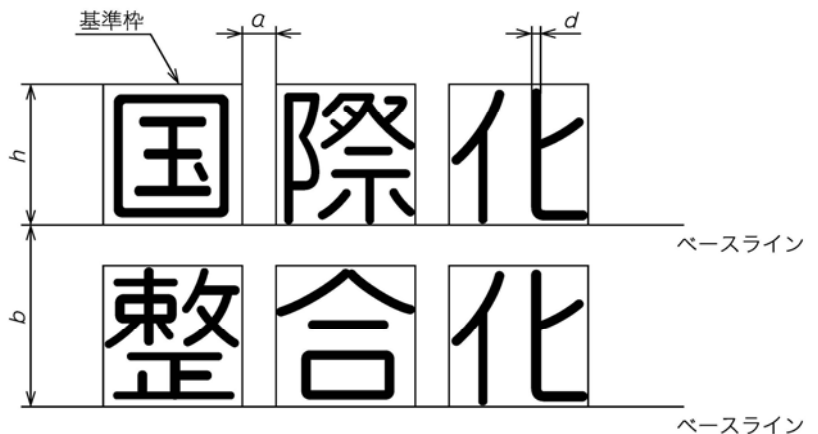


図1.26 漢字の文字間の隙間とベースラインの最小ピッチ

表1.9 推奨する尺度

種別	推奨する尺度		
現尺	1:1		
倍尺	50:1	20:1	10:1
	5:1	2:1	
縮尺	1:2	1:5	1:10
	1:20	1:50	1:100
	1:200	1:500	1:1000
	1:2000	1:5000	1:10000

図形が寸法に比例しない場合は、その旨を適切な場所に、例えば“非比例尺”、“NOT TO SCALE”、また“SCALE:NONE”と明記する。

二次元の図に立体図を参考図示する場合には、その立体図には尺度を表示しない。

小さい対象物を倍尺度で描いた場合は、参考として、現尺の図を描き加えるのが良い。この場合、現尺の図は、簡略化して、対象物の輪郭だけを示したもので良い。

主な投影図の中の詳細部分が小さ過ぎて寸法を完全に示すことができない場合には、その部分を主な投影図の近くに部分拡大図(または断面図)として示す。

尺度は描かれる対象物の複雑さ、及び表現する目的に合うように選ぶ。すべての場合において、描かれた情報を容易に、誤りなく理解できる大きさの尺度を選ぶ必要があるため、図面の大きさは、尺度と対象物決まる。

製図に用いる推奨尺度を表1.9に示す。やむを得ず推奨尺度を適用できない場合には、表1.10の中間の尺度を選んでも良いが、この尺度は国際規格にはなく、また、推奨尺度より当該の尺度の図形を描き難いので、使用はできる限り控えた方が良い。表1.9、表1.10に示した尺度より大きい倍尺、または小さい倍尺が必要な場合には、尺度の推奨範囲を超えて上下に拡張して良いが、用いる尺度は推奨尺度に10の整数乗を乗じて得られる尺度にする。

表1.10 中間の尺度

種別	中間の尺度					
倍尺	$50\sqrt{2}:1$		$25\sqrt{2}:1$		$10\sqrt{2}:1$	
	$5\sqrt{2}:1$		$2.5\sqrt{2}:1$		$\sqrt{2}:1$	
現尺(参考)	1:1					
縮尺	$1:\sqrt{2}$	$1:2\sqrt{2}$	$1:5\sqrt{2}$			
	$1:10\sqrt{2}$	$1:20\sqrt{2}$	$1:50\sqrt{2}$			
	$1:100\sqrt{2}$	$1:200\sqrt{2}$	$1:500\sqrt{2}$			
	$1:1000\sqrt{2}$	$1:2000\sqrt{2}$	$1:5000\sqrt{2}$			
	1:1.5	1:2.5	1:3	1:4	1:6	
	1:15	1:25	1:30	1:40	1:60	
	1:150	1:250	1:300	1:400	1:600	
	1:1500	1:2500	1:3000	1:4000	1:6000	

1.8 投影法

対象物の点と、それが投影面に投影された点を結ぶ直線を投影線といい、すべての投影線が平行な投影を平行投影、目で見たままに映る像や形など、すべての投影線が1点(投影中心、視点)に集中する投影を透視投影(中心投影)という(図1.27)。

平行投影で投影線と投影面が垂直な投影を直角投影または直投影、垂直でない投影を斜投影という(図1.28)。

直角投影で、対象物の直交する2軸(対象物の面)を投影面に平行にして投影面に投影し、3次元の物体を2次元で表すものを正投影、対象物の直交する3軸を投影面に傾けて投影面に投影し、3次元の物体を1図形で表すものを軸測投影という(図1.29)。

正投影の第一角法、第三角法の図を補足するものとして、矢示法、鏡像投影法、標高投影法がある。標高投影法は地図に用いられる投影法で、複雑な曲面を表すのに役立つ。

表1.11に製図に用いられる投影法の種類を示す。

1.8.1 正投影法

正投影法は対象物の正確な寸法を図示できる基本的な投影法で、丸棒などの特殊なものを除き、対象物を完全に図面上に表すには投影面は最低2つ必要となる。2つの投影面で表現できない場合は投影面を追加することになる。

空間は垂直と水平の投影面で4つに仕切られ、右上から反時計回りに第一象限(第一角)、第二象限(第二角)、第三象限(第三角)、第四象限(第四角)という(図1.31)。

垂直な投影面を図1.31のように反時計方

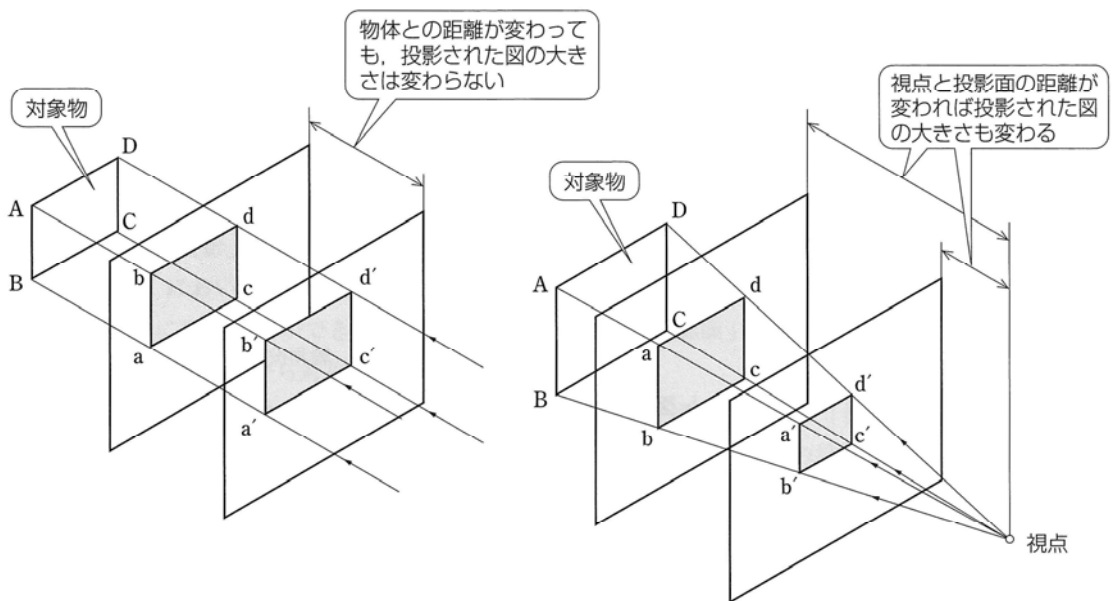


図1.27 平行投影と透視投影

表1.11 投影法の種類

投影法			投影図	投影面の数
平行投影法	直角投影法	第一角法	正投影図	1または複数
		第三角法		
		矢示法		
		鏡像投影法		
		標高投影法		
	軸測投影法	等角投影図	1	
	二等角投影図			
		不等角投影図	1	
	斜投影法	キャビネット図		
		カバリエ図		
透視投影法 (中心投影法)		一点透視投影法	一点透視投影図	
		二点透視投影法	二点透視投影図	
		三点透視投影法	三点透視投影図	

向に回することで、垂直と水平に描かれた図を同一平面に展開することができる。第二象限と第四象限で描かれた図は垂直と水平の図が重なるため使われず、第一象限と第三象限で描かれた図のみが使用される。つまり、第一角法と第三角法による図である。最初に第一角法が考案され、その後、アメリカで見たままを表示する第三角法が考案された。

JISの規格では製図は第三角法によると定められている(建築分野は第一角法も使われる)。ヨーロッパや中国では第一角法を、アメリカでは第三角法を採用している。

図1.32に第一角法と第三角法の各図の配置を示す。正面図に対して、第一角法では、見た方向と反対の位置に投影図が来る、すなわち、上から見た平面図が正面図の下に、下から見た下面図が上に、左から見た左側面図が右に、右から見た右側面図が左に位置する。一方、第三角法では、正面図に対して、見た方向と同じ位置に投影図が来る。

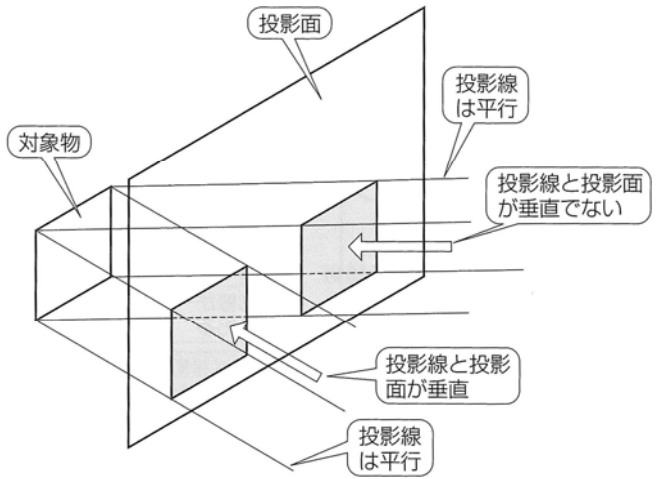


図1.28 直角投影と斜投影

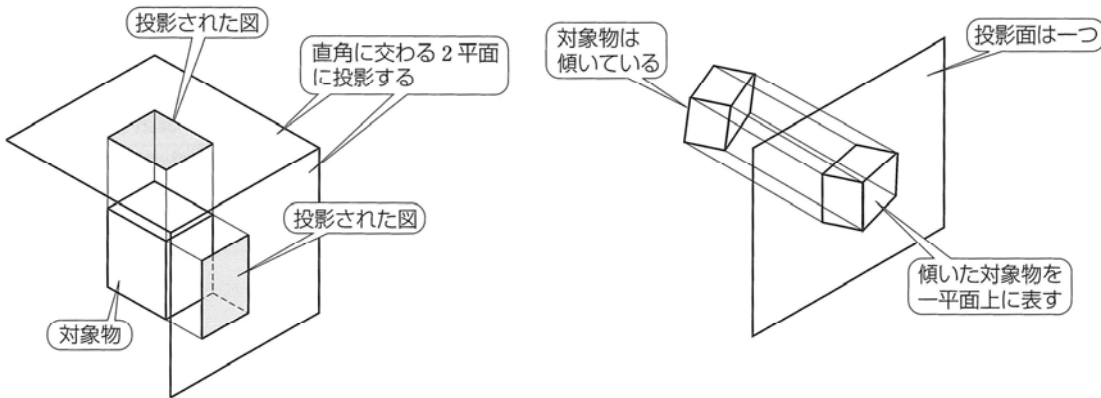


図1.29 正投影と軸測投影

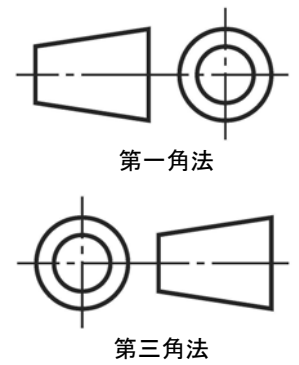


図1.30 投影法の記号

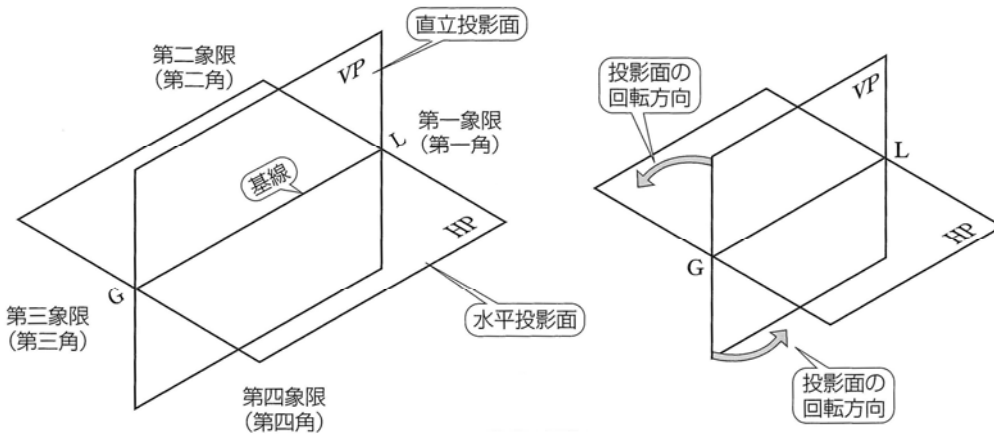
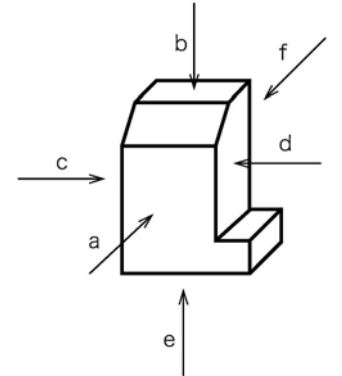


図1.31 四空間と投影面の回転



a 方向の投影：正面図
 b 方向の投影：平面図
 c 方向の投影：左側面図
 d 方向の投影：右側面図
 e 方向の投影：下面図
 f 方向の投影：背面図

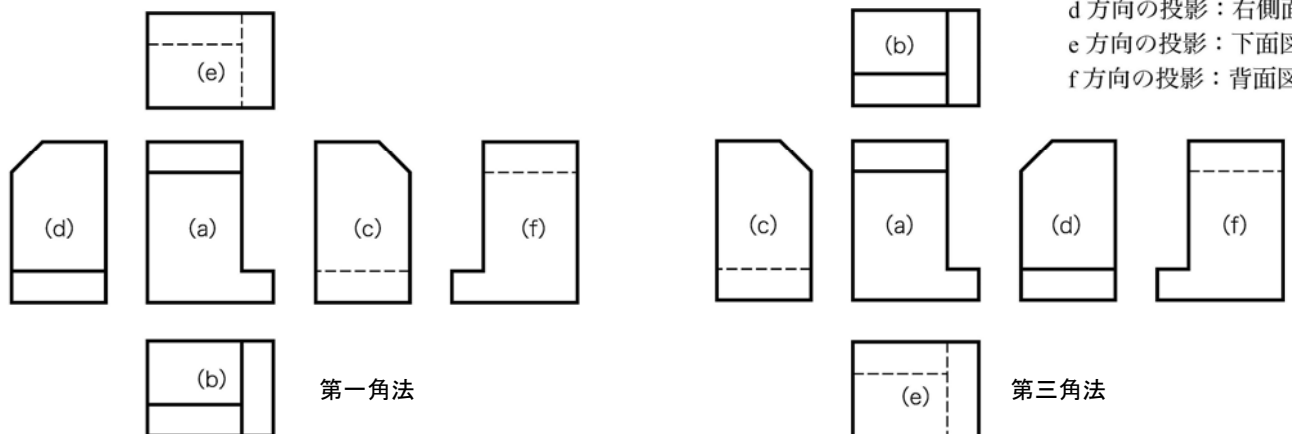


図1.32 正投影図の基準配置(背面図は、都合により左側の側面図の左側または右側の側面図の右側に置く)

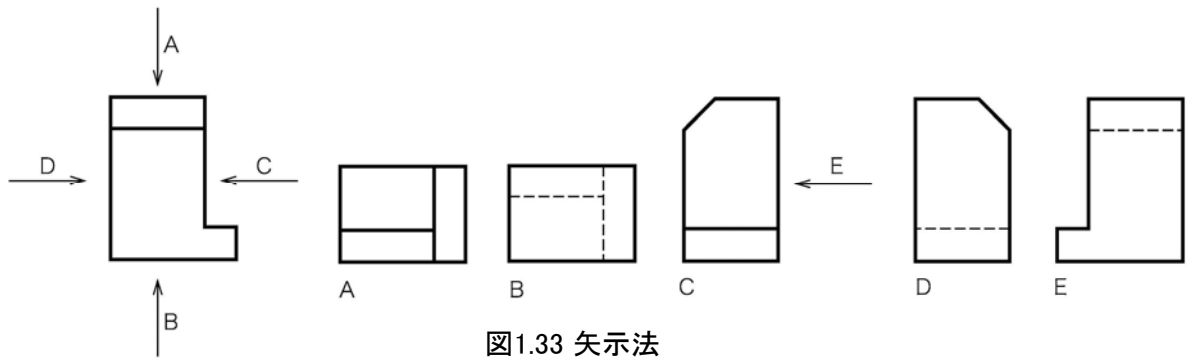


図1.33 矢示法

図1.30に、表題欄に記す第一角法と第三角法の記号を示す。尚、三面図と呼ばれているものは、第一角法では正面図、平面図および左側面図、第三角法では正面図、平面図および右側面図で、製図では正面図は必須図面で、他の図面は必要に応じて使用する。

1.8.2 矢示法

第一角法及び第三角法の厳密な形式に従わない投影図で示す方が便利と考えられる場合は、矢示法で様々な方向から見た投影図を任意の位置に配置してもよい(図1.33)。この場合、主投影図以外の各投影図は、主投影図などに付けた投影の方向を示す矢印と識別の為に英大文字、及び、各投影図の真下か真上のいずれかに置いた英大文字で区別する必要がある。英文字は、投影の向きに関係なく全て上向きに明瞭に書く。1枚の図面の中では、参照は同じ方法で配置する。その他の指示は必要ない。図1.34、図1.35に図例を示す。

識別文字を付けた各投影図は、主投影図と関係なく任意に配置することができるが、第一角法や第三角法に準じる位置など、常に図面を正常に読み取れるような位置に置く必要がある。尚、この投影法を表示するための図記号(図1.30に相当する図記号)は製図では必要ない。

1.8.3 鏡像投影

鏡像投影は、投影対象物を対象物の水平面に平行に置いた鏡(鏡面が上)に投影してできた像を正投影で表したものである(図1.36)。鏡像投影で得られる投影図には、図の名称表示に使われる英大文字を記入する(例えば、“E”の文字。図1.32、および図1.36参照)。図1.36に鏡像投影であることを示す図記号を示す。

1.8.4 軸測投影法

対象物が立方体として軸測投影を説明する。正投影では対象物の1つの面は投影面に平行である。これを任意の角度で傾けた投影が軸測投影で、このときに得られる正面図が不等角投影図になる(図1.37)。通常は不等角投影だが、ある条件を満たしたとき、等角投影や二等角投影になる。

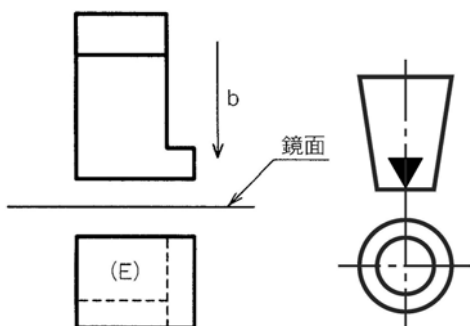


図1.36 鏡像投影と図記号

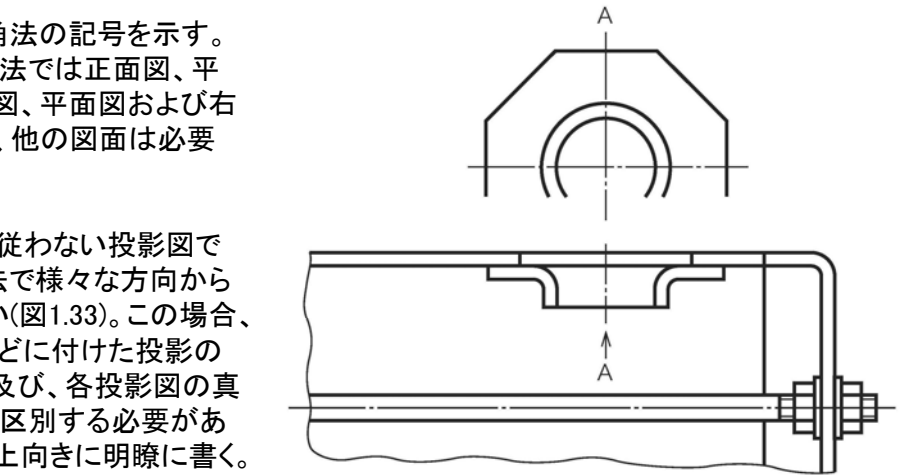


図1.34 矢示法の図例1

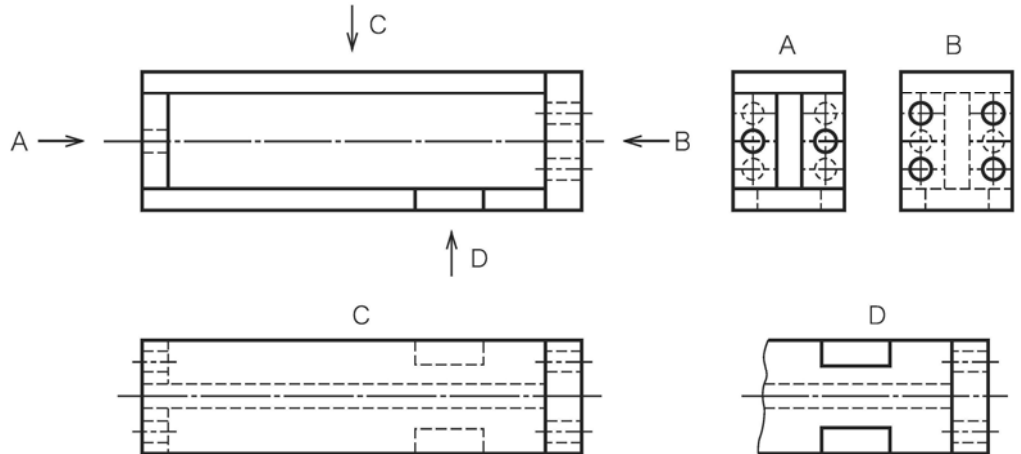


図1.35 矢示法の図例2(注:製図では部分的に省略されることがある)

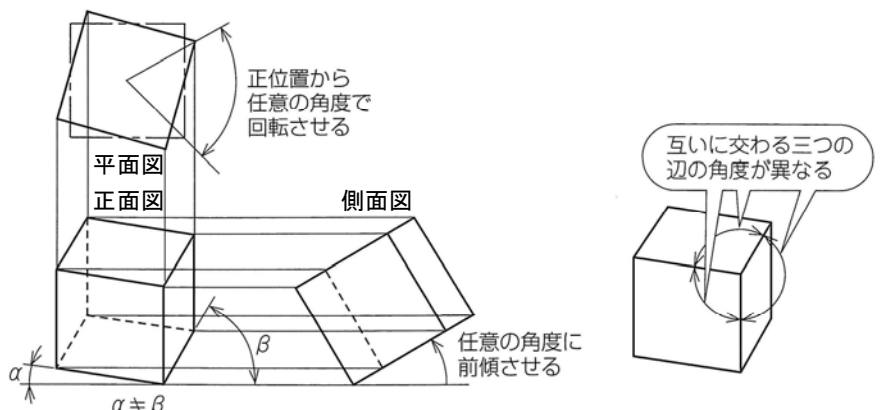


図1.37 不等角投影の考え方

立方体を水平面内で正位置から45°回転させ、更に底辺を傾けたときの正面図が二等角投影図(図1.38)、底辺を傾ける角度が35.26°のとき、つまり、立方体の対角する2つの頂点ABを結ぶ投影線が投影面に垂直となるときの正面図が等角投影図(図1.39)となる。

当然ながら、投影された立方体の辺がなす角度は、等角投影図(図1.39)では3つとも同じで120°、二等角投影図(図1.38)では2つが同じで、不等角投影図(図1.37)ではすべて異なる。

立方体の辺の長さを1としたときの各投影図における辺の長さを図1.40に示す。いずれも実長よりも短くなる。その比率を縮率と呼んでいるが、縮率の為に正しく投影図を描こうとすると難しくなる。

そこで、等角投影の場合、実際には、座標軸に沿った長さを実長で描き、作図がし易い等角図が使用される。二等角投影図や不等角投影図でも同様で、実際には図1.41や図1.42に示すように角度 α 、 β に作図し易くなる値が選ばれて描かれる。

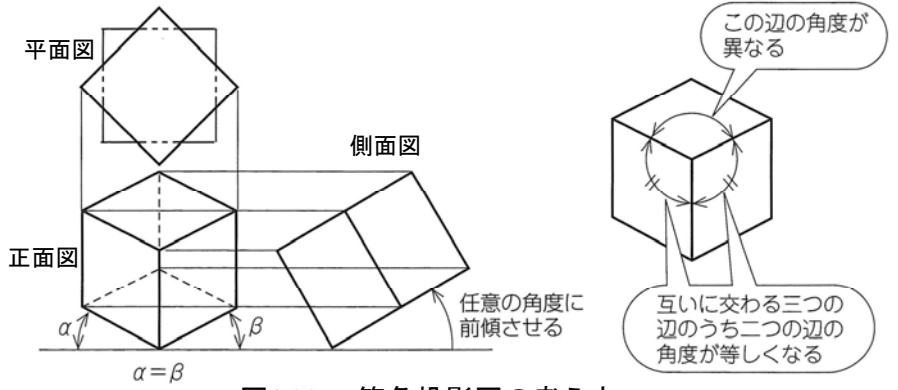


図1.38 二等角投影図の考え方

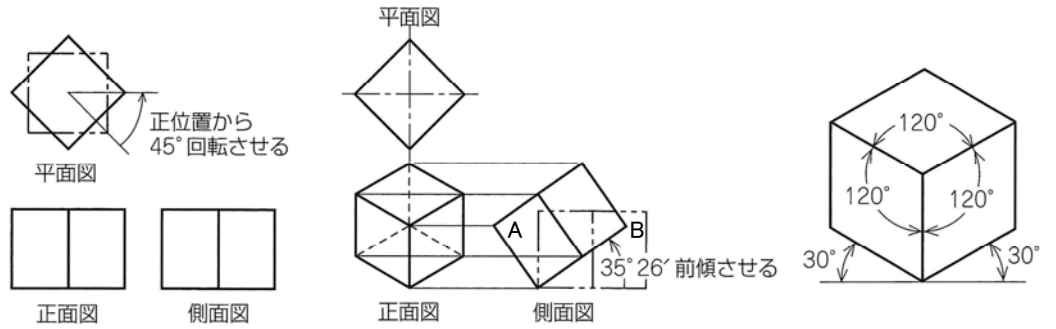


図1.39 等角投影図の考え方

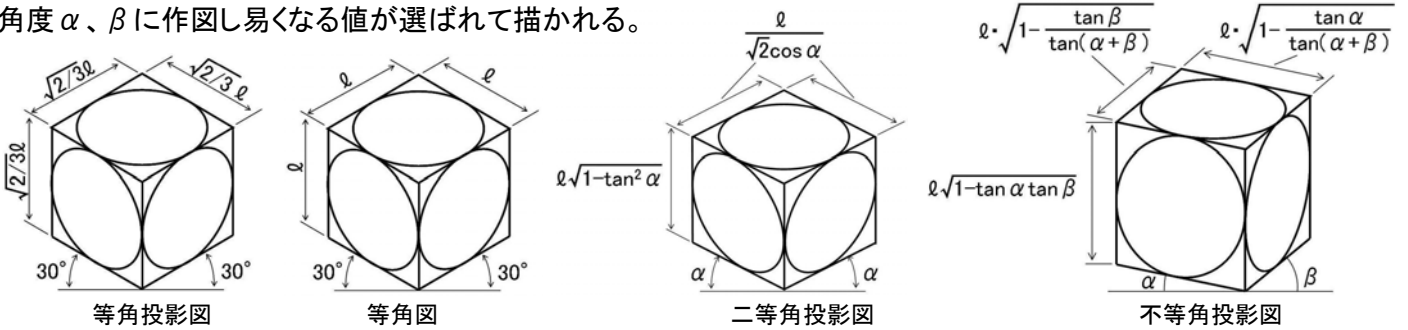


図1.40 各軸測投影図と縮率

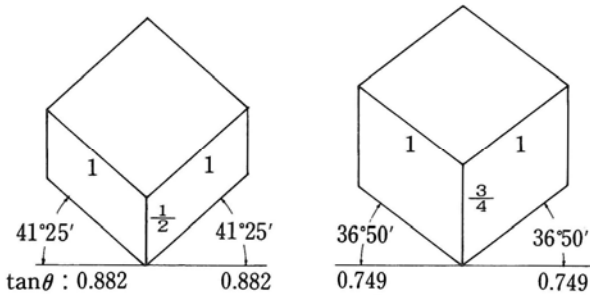


図1.41 二等角投影図の例

1.8.5 斜投影法

斜投影法は、立体の一面を投影面に平行にし、投影面に斜めに入射する投影線で、正面図に奥行きをつけたような立体図を得る投影法で、奥行き方向は少々違和感があるが、正面図の図形情報を保ったまま立体感を出せる。

斜投影の奥行き方向の軸の角度と実際の長さに対する縮率は任意に選ぶことができるが、一般に角度として、30°、45°、60°が、特に45°が、縮率として、1、3/4、1/2が用いられる。縮率が1の図をカバリエ図(図1.43)、縮率1/2の図をキャビネット図(図1.44)と呼ぶ。主に、電気分野ではキャビネット図が、建築分野ではカバリエ図が使用される。

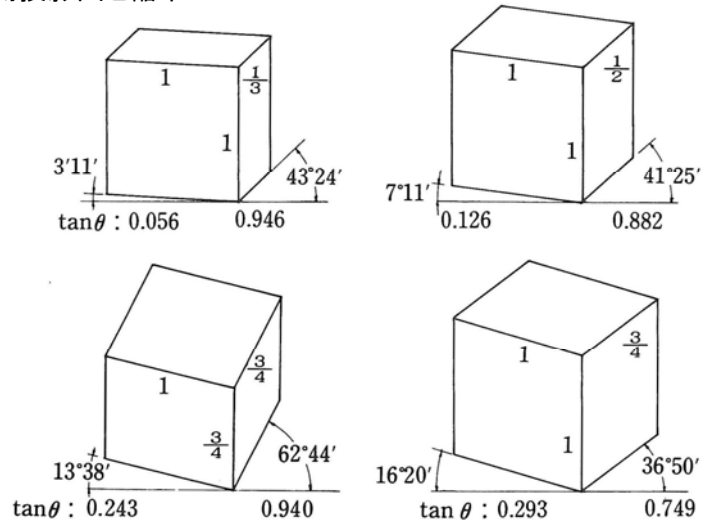


図1.42 不等角投影図の例

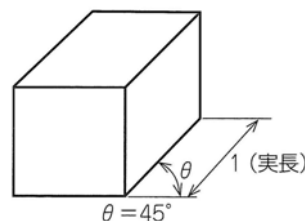


図1.43 カバリエ図

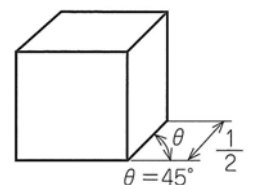


図1.44 キャビネット図

1.8.6 透視投影法

平行な2つの線が無限が続くと、我々の目には1点に収束するように見える。投影面上のこの点を消点と呼ぶ。

対象物の1つの面(直交する3軸のうち2軸)が投影面に平行なときは消点の一つに、対象物の1つの辺が投影面に平行なときは消点は二つに、その他のときは消点は三つになる(図1.45)。それぞれの透視投影を一点透視投影、二点透視投影、三点透視投影と呼ぶ。

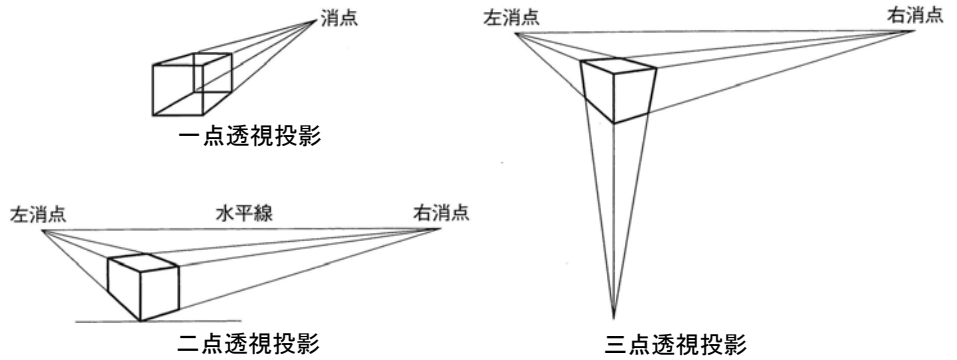


図1.45 透視投影と消点

透視投影の描き方として、直接法と消点法がある。直方体の作図を例にして説明する。直接法は、平面図と側面図を用いて描く(図1.47)。左縦の領域が投影面を含む平面図の領域、右下の領域が投影面を含む右側面図の領域、そして左下が作図の領域である。まず、目の位置(視点)、投影面、対象物を上から見た図を描く(平面図を使用する)。平面図で視点 S_T から対象物へ投影線を描いて投影線と投影面が交わる点を求める。交点の位置が投影面の横の座標になる。次に、視点、投影面、対象物を上から見た図を描く(側面図を使用する)。同様に、側面図で視点 S_R から対象物へ投影線を描いて投影線と投影面が交わる点を求める。交点の位置が投影面の縦の座標になる。求めた横と縦の座標をもつ投影面上の点を結び(細い破線で示す)、投影図を描く。尚、GLは側面図での基面の位置を示している。

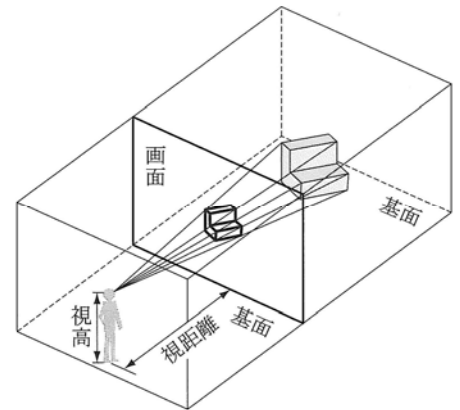


図1.46 透視投影の原理

消点法は、まず消点を求め、そこから線を描いて図を完成させる。一点透視投影法(図1.48)は、対象物の一つの面が投影面に平行で、投影面を見る視線は、投影面に垂直なので、視点 S_T から水平線(目の高さで基面に平行)に対して垂線を描くと、その交点が消点になる。視点 S_T から対象物に投影線を描き、投影面との交点から投影面へ垂線(図1.48では細い破線)を描く。次に、平面図の左端から投影面へ垂線を描き、GLまで伸ばす。この線と右側面図の上面から描いたGLに平行な線およびGLとの交点と消点を結ぶ線を描く。同様にして、平面図の右端から投影面へ垂線を描き、GLまで伸ばす。この線と右側面図の上面から描いたGLに平行な線およびGLとの交点と消点を結ぶ線を描く。最初に描いた投影面への垂線と消点から描いた線の交点を結ぶと一点透視投影図が完成する。原理上の作図は以上の通りだが、一般には、一つの面と消点を描き、面の各点と消点を結ぶ線と対象物の各点の位置関係から描いていく。

二点透視投影法(図1.49)では、まず、平面図で視点 S_T から辺AB及び辺ACに平行な線を描く。これらの線と投影面との交点E、Fが平面図上の消点になる。点E、Fから垂線(矢つきの破線)を描き、水平線との交点 V_1 、 V_2 を求める。 V_1 、 V_2 が消点である。次に辺AB、AC、BD、CDを延長して投影面との交点を求める。これらの延長した線は、無限遠まで続く線分AB、CD含む、及び線分AC、BDを含む平行線の一部である。得られた交点から投影面に垂直な線を基面の線まで描く(図中の破線)。直方体は基面上にあるので、線GLとの交点と消点 V_1 、 V_2 を結ぶ線は、

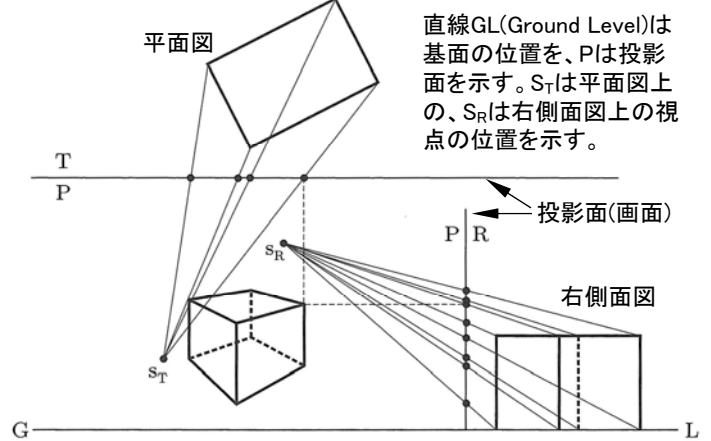


図1.47 直接法での透視投影図の作図

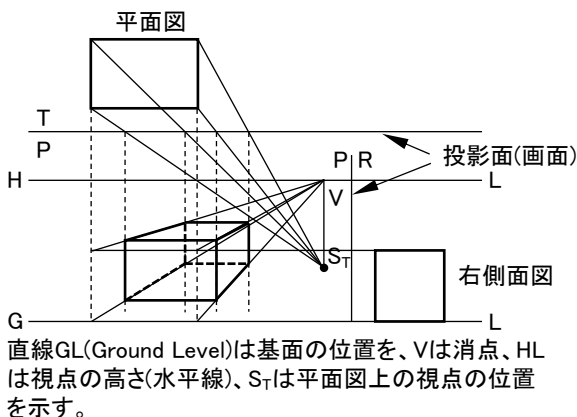


図1.48 一点透視投影法の例

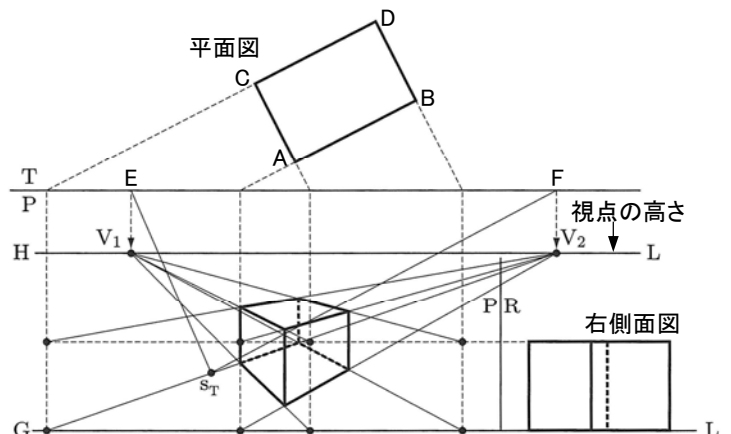


図1.49 消点法での作図(二点透視投影法)

底面の各辺を含む無限遠まで続く平行線の投影面上の線を意味する。従って、結んだ線の交点がなす四辺形は底面の投影図である。次に側面図の上面から線GLに平行な線を描く。この線と、先ほど描いた投影面からの垂線との交点を求め、これらの交点から消点 V_1 、 V_2 へ線を描く。これらの線が上面の各辺を含む無限遠まで続く平行線の投影面上の線なので、同様にして交点を結んで上面の投影図を描く。上面の線と下面の線を縦に結んで投影図が完成する。