

第54巻2号
通巻164号
2020年（令和2年）
9月

日本図学会



図学 研究 Journal of Graphic Science of Japan

竹之内 和樹	01	巻頭言
有馬 修	03	研究論文 2つの空間曲線間に可展面を生成し統一的に展開する方法について —微分幾何学による検討—
丸谷 和史, 大谷 智子	13	研究論文 カフェウォール錯視の三次元解釈における三次元構造と錯視量の関係の検討
河田 尚子, 竹之内 和樹	19	教育資料 初学者の3Dモデリングにおける難点と原因の分析
福田 幸一, 大月 彩香, 竹之内 和樹	25	教育資料 Monge「図法幾何学」出版より前に印刷本などで表現されていた複面投影図
高 三徳	33	教育資料 カーボディ模型の3DスキャナーデータからCADモデル作成における問題点とその解決方法
平野 重雄, 喜瀬 晋, 関口 相三, 奥坂 一也, 荒木 勉	39	教育資料 設計・製図教育に及ぼす改正JIS B 0001:2019を俯瞰する
杉原 厚吉	47	図学ノート 三方向変身立体の設計原理
	51	報告 日本図学会2020年度総会報告
	58	第15回日本図学会論文賞
	59	2020年度日本図学会新名誉会員
	61	日本図学会2019年度秋季大会優秀研究発表賞・研究奨励賞
辻合 秀一, 遠藤 潤一	62	2019年度中部支部冬季例会報告
辻井 麻衣子	67	リレーエッセイ 40歳の学生・実務者・教育者の自己紹介
前田 真正	70	寄書 図学教育所感
阿部 浩和, 榊 愛, 鈴木 広隆, 橋寺 知子, 安福 健祐	72	新刊紹介 実用図学
安藤 直見, 石井 翔大, 浅古 陽介, 種田 元晴	73	建築のカタチ —3Dモデリングで学ぶ建築の構成と図面表現
	74	総目次
	76	会告・事務局報告

設計・製図教育に及ぼす改正JIS B 0001:2019を俯瞰する

Review of Revised JIS B 0001:2019 that affect Design and Drawing Education

平野 重雄 Shigeo HIRANO 喜瀬 晋 Susumu KISE

関口 相三 Sozo SEKIGUCHI 奥坂 一也 Kazuya OKUSAKA 荒木 勉 Tsutomu ARAKI

概要

機械製図が2019年5月20日に改正された。改正前の規格に関して多くの修正を施したにも拘わらず、用語の間違い・製図ルール誤用の誤用・解説を熟読しないと真意が不明であるなどが見られる。新たに機械製図を学ぶ学生・技術者は、日本産業規格には間違いはないと信頼し白紙から勉強する。本報は、学び方の基礎的な項目を明確にすることを目的に考察し、改正規格の一部であるが、ひとつの教育方法を提示した。

キーワード：設計・製図教育／機械製図規格／製図用語／理論的に正確な寸法／製図規格制定の原則

Abstract

Japanese Industrial Standards (JIS) B 0001 (Technical drawings for mechanical engineering) were revised on 20 May 2019. Although many revisions have been made on conventional standards, there still remain errors in terminology, misuse of drawing rules, and difficulty in understanding the standards without careful reading. Students and engineers who are novice at technical drawings start their study without any previous knowledge and assume that JIS contain no errors. This study is conducted to clarify the basic items required for studying technical drawings and a design and drawing education method is proposed as part of the revised standards.

Keywords: design and drawing education, standards for technical drawing, terminologies related to drawing, theoretically exact dimension, principle for establishing drawing standards

1. はじめに

JIS B 0001 機械製図は特殊な規格であり、その趣旨は、「Z 8310:2010 製図総則に基づき、機械工業の分野で使用する、主として部品図および組立図について規定する」である。言い換えれば、この規格は、機械製図に必要なJISを集大成した規格である。該当するISO規格はない。この趣旨から、JISにない規定とB 0001独自の規定、独自の解釈などは、B 0001の範疇にあってはならないと解釈するのが、最も実直な対処であろう。また、引用規格においても、イヌキや投影法が用いられているので、次の規格を追記する必要がある。

JIS B 0403 鋳造品－寸法公差方式及び削り代方式

JIS Z 8315-1 製図－投影法－第一部：通則

本報では、学び方の基礎的な項目を明確にすることを目的に考察し、改正規格の一部であるが、ひとつの教育方法を提示した。

2. サイズ公差は存在しない（寸法のこだわり）

最小二乗サイズ、サイズ公差など、寸法の意味でサイズを使っているが、これは、B 0401:2016から継がれた用語である。

例えば、国内線の機内（100席以上の場合）に持ち込めるスーツケース、キャリーケース、カバンなどのサイズは、高さの寸法（55cm以内）、幅の寸法（40cm以内）、奥行の寸法（25cm以内）、合計115cm以内と定められ、これは要素の集まり（集合：set）によって表される。サイズの要素である高さ・幅・奥行の大きさを寸法といい、サイズとはいわない。

ここで、改めて寸法を考えてみる。寸法は、空間の二点P、Qの寸法（距離）をいう。角度は、直角三角形において、 $\tan^{-1}$ 「対辺／底辺」を「°、′、″」単位表示したものである。単純に言えば、幾何学的な大きさの基本は、長さ寸法だけとなる。

幾何公差などを厳密に定義すると、寸法の目的などを区別するために、寸法の呼び名が多岐にわたり、熟練者

でも使い分けることは難しくなった。寸法に関する用語は、Z 8114製図用語に明確に定義されている。

例えば、穴のピッチは位置を表す寸法、あるいは、位置寸法であることが分かる。厳密であるに越したことはないが、議論の焦点が呼び名の意味や使い方に移り、枝葉末節にとらわれて大局を見失う、不毛の時間が費やされるので、こだわりはほどほどにすることである。

3. TED の正しい使い方（教育方法の一例）

TED (theoretically exact dimension) を理論的に正確な寸法といい、図 1 (a) に示すように寸法数値を長方形枠で囲んで表す。これは、図 1 (b) に示す寸法公差が 0 の寸法である（塗りつぶした矢印は追加規格である）。

次に TED について述べるが、本来、TED は幾何公差の範疇であり、B 0001で扱うものではない。

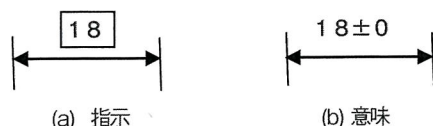


図 1 TED の指示と意味

3.1. TED は何のためにあるのか

例えば、穴の中心位置の公差域の与え方として、次のようなものが考えられる。

- ①普通公差：個々に公差の指示をしない方法。
- ②位置寸法の寸法公差：設計者が考えた機能に相応しい寸法公差。
- ③位置寸法の寸法公差と位置度公差：この組み合わせは、公差域が寸法公差と位置度公差によって二重に与えられるので、不条理になる。この組み合わせは、使ってはいけない。
- ④TED と位置度公差：位置寸法を TED にして位置度公差を指示すると、③の二重に公差を与えるという不条理は排除される。穴の中心の公差域は位置度公差だけになる。この組み合わせには、3.3で述べるメリットがある。

TED を必要とする幾何公差には、輪郭度公差、傾斜度公差がある。

3.2. なぜ、TED だけを独立に使えないのか

寸法公差が必要となった理由と同じで、TED だけを図面指示することはできない理由は、次の 2 項目である。

- ①どんなに高精度な加工機械を用いても、寸法にばらつきが生じ、寸法公差 0 は実現できない。

- ②測定における不確かさを 0 にすることはできないので、寸法の検証は不可能である。

3.3. TED の使い方は

図 2 は、対向しない平行平面間の段差寸法であり、二点測定か三次元座標測定か、など測定方法やデータ処理方法によって寸法が異なるという曖昧さが生じる例である。

図 3 のように位置度公差と TED を用いれば公差域はデータム A に対して 29.98mm から 30.02mm となる。これにより、図 2 の曖昧さは無くなる。

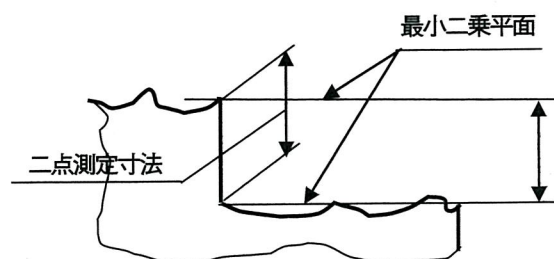


図 2 段差寸法の曖昧さ

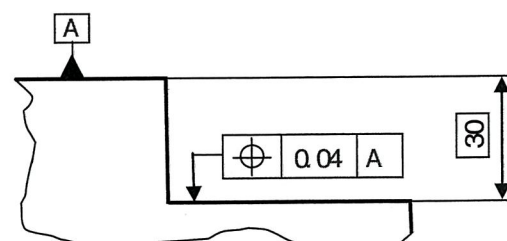


図 3 位置度公差を適用した段差寸法

4. 製図ルール違反・間違い

1) 図 4 の寸法は、TED を単独で使うことはできないという前述の条理にもとる間違いである。形体の実寸法でも、測定対象でもないため、理論的に正確な寸法 (TED) としたと解説にある。製図ルールに反する問題である。

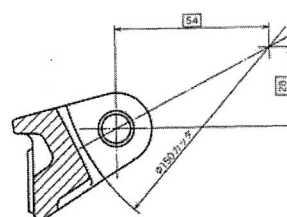


図 4 本文図 1 使用する工具サイズの指示例^[1]

2) CAD ではデフォルトであるとして、JIS にない図 5 が用いられた。B 0001では、JIS になっていない規定は使用できないのである。図 c) を削除する。

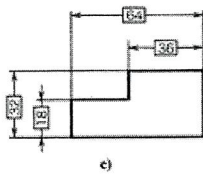


図5 本文図111 水平方向及び垂直方向の寸法数値の図示例^[1]

3) 寸法補助記号“□”を、正面から見たときでも使用できるとして、図6 b) を認めた。原典のZ 8317-1 がないがしるにし、解釈の一義性を失った。B 0001では、規定を変えることはできないのではとの疑問がある。これも違反・間違いである。図b) を削除する。

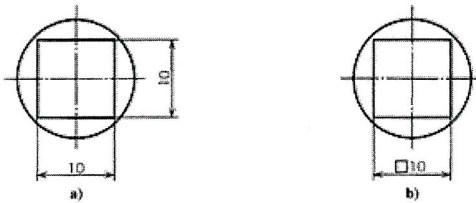


図6 本文図148 正方形の角柱の辺に対する図示例^[1]

4) 上側にしか描けないCADがあるからとの理由で、図7の寸法補助記号“⌒”の記入位置を変えてもよいとした。CADを換えるのが道理であろう。図b) を削除する。

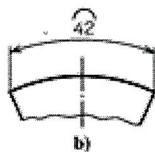


図7 本文図151 円弧の長さの図示例^[1]

5) 製図の能率向上とした図8 b), 図9 b), c) の引出線の位置変更は、加工手順を理解していない変更である。ものの道理を失念している。また、2段書きは認められないので削除する。さらに、図8の注記の穴とざぐり穴とを、直列 a) または並列 b) に記載することが可能であるとしているが、直列は断面図、並列は平面図である。用語は正しくなくてはならない。

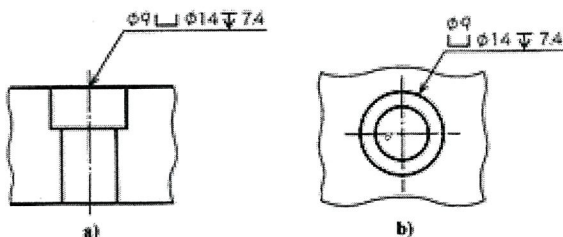


図8 本文図167 深ざぐりの図示例^[1]

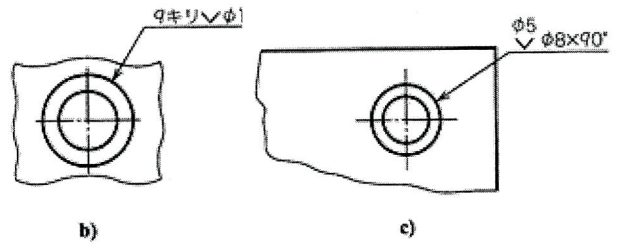


図9 本文図170 円形状に指示する皿穴の図示例^[1]

6) 国際性のために英語表記を認めるとしている。JISは日本産業規格であり、記号などを除いて英語表記はしてはならないのである。

5. 誤りを正して教育する

1) 図10の寸法(12)、図11の寸法(90)は、参考寸法ではない。寸法12と90は、穴のピッチである。(12)、(90)の括弧を外す。直列寸法記入(=84)、(=168)と(=1080)、(1170)は、図の通り参考寸法である。そして、図10の7×12と14×12および図11の45と90の長方形枠はそれぞれ外さなければならない。

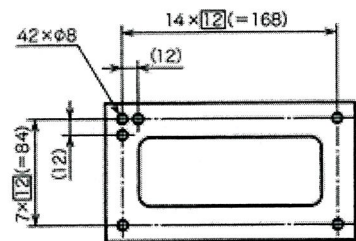


図10 本文図70 寸法記入によって交点の位置から明らかな繰返し図形の省略例^[1]

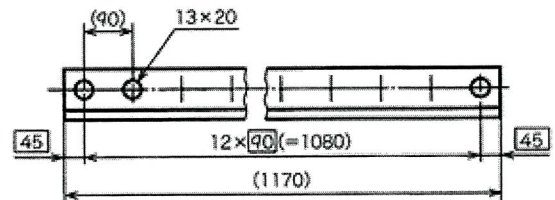


図11 本文図161 一群の図示寸法の図示例^[1]

2) 図12の寸法は直径である。中心線を基準として寸法を表しているの、直径と解釈する。寸法数値の前に寸法補助記号“φ”を付ける。

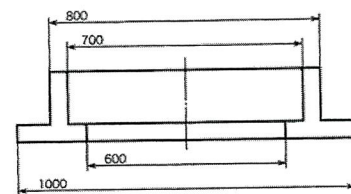


図12 本文図118 寸法線が長い場合の図示例^[1]

3) 図13は、球面と円筒の相貫部が表されていないが、相貫部は太い実線で描くことになっている。図13のように「丸みが多い場合、相貫線を描かなくてもよい」旨を本文の図146に注記するとよい。

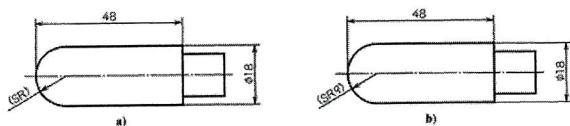


図13 本文図146 球の半径(SR)の図示例^[1]

4) 寸法補助記号“□”については、図6b)の寸法補助記号“□”は、本文に「対象とする部分の断面が正方形であるときに用いる」とある。多くの学生は、どの部分が対象なのか迷うことがある。

一方、図14(a)左図は、寸法補助記号“φ”があるので円柱(筒)であることが容易に分かる。同じルールに従えば、図14(a)右図は正方形断面の角柱である。言い換えれば、図14(b)左図のように、正方形が現れない角柱や角穴では、“□”を寸法数値の前に記入するとなる。

長方形や正方形が現れる図形では、図14(b)右図のように、縦と横の寸法が必要となる。すなわち、図14(a)右図や図6a)のように、正方形が現れている図形では二辺の寸法を記入することになる。

図14(a)右図の対角線が描かれた平面部分の形が、“□”が指示した対象であると誤解する学生が多い。教育現場での隠れた難題である。そのために、本文図147に図14(b)右図「意味」を加える。

本文図148b)と本文11.6.5b)の「又は正方形であることを示す記号“□”を一辺に記入」の文章を削除する。

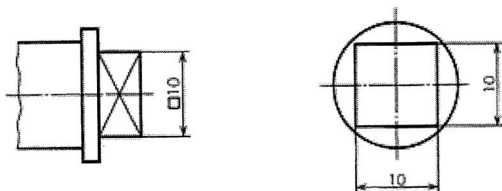


円柱

角柱

図示(横断面が正方形を表す)

(a) 円柱と角柱の横断面の寸法



図示(横断面が正方形を表す)

意味

(b) 本文図147 [右図を追加する]

図14 本文図147 正方形の角柱の一辺に対する図示例^[1]

5) 穴のキー溝の寸法指示は、図15(a)だけでは加工現場が困るので、切込み寸法を示す図15(b)を追加する。

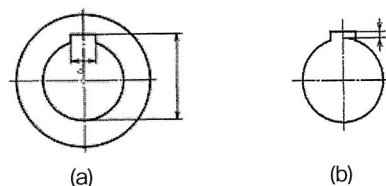


図15 本文図177 穴のキー溝の幅及び深さの寸法図示例^[1]

6) 図16の識別記号Aは間違いである。識別記号Aは矢印の尾部に付けるか、明白な場合は省くことになっている。図16では、Aが矢印の尾部から外れている。Aを削除する。

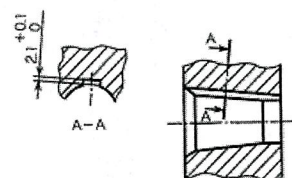
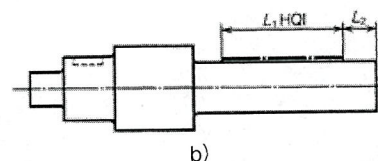


図16 本文図179 円すい穴のキー溝の寸法図示例^[1]

7) 図17b)の加工方法記号は、分かり難く推奨できない。太い一点鎖線の上側に、加工方法記号を記入することである。



注記“HQI”は“高周波焼入れ”を示す加工方法記号である(B 0122 参照)

図17 本文図190 加工・処理範囲の図示例^[1]

8) 図18の寸法補助線は間違いである。単独の穴、グループの穴などは、穴の目的・機能を満たすように設計する。図18のように全部の穴をまとめて、累進寸法で表すことは机上では考えられる。ただし、設計情報としては、目的・機能別にそれぞれの基点からの寸法で表すのが一般的である。そして、寸法補助線の間隔が狭い場合の規定は、本文11.3g)にある。

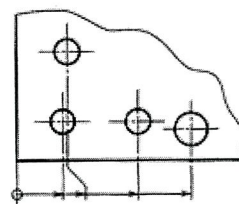


図18 本文図129 の寸法補助線の間隔が狭い場合の記入例^[1]

9) 図19の円すい(台)状の面取りは、本文図153~155に規定の面取りそのものである。同じものを別の記号で指示することは好ましくない。削除すべきである。

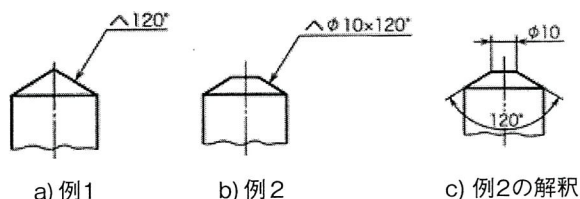


図19 本文図156 “ $\wedge$ ” (えんすい) の図示例^[1]

10) 図20、図21の同一形状の図示例は、「寸法を記入しない部分が同一寸法である」旨の注記が必要である。しかし、これらの図では、注記を見つけるのは難しい。本文の図 a) があれば主旨は伝わるので、重要と思えない余分な図は理解を損なうので、図20と図21を削除する。

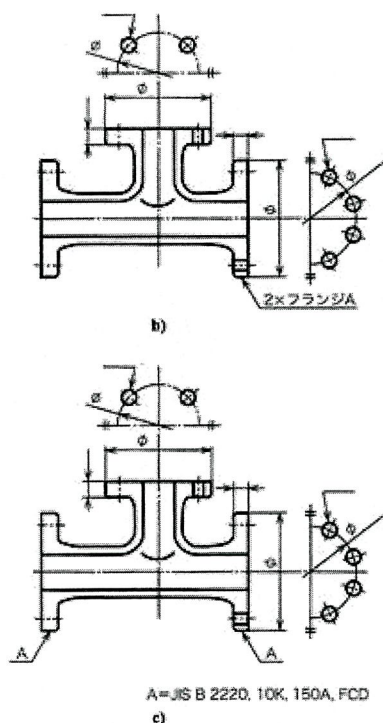


図20 本文図192 同一形状の図示例 1^[1]

6. 製図ルール違反・解説記事の間違いについて

製図ルールの間違いと解説記事に見られる間違いは、日本規格協会(JSA)が対応することを期待したい。しかし、近々のJSAの対応、特に規格の正誤表の発行に難色を示すことが顕著である。またそれがJSAの「お家芸」でもあるように思える。2019年4月から始動した「トータルソリューションの提供を掲げる日本規格協会グループ」に期待したい。

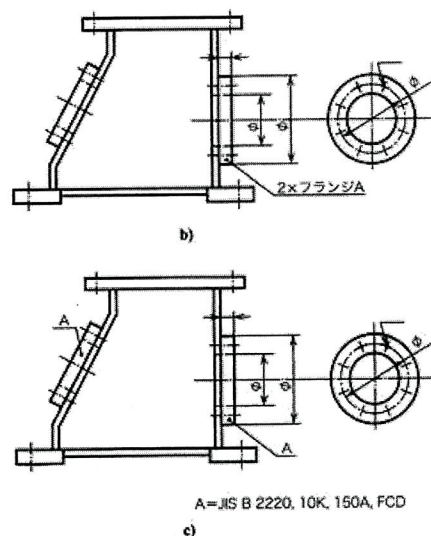


図21 本文図193 同一形状の図示例 2^[1]

そこで、次の図22~図26については、明確な指示事項を本文に追記しないのであれば、削除すべきであろう(3章参照)。

解説について、「この解説は、日本規格協会が編集・発行するものであり、これに関する問い合わせ先は日本規格協会である」と明記されている。次の誤りの正誤表が必要である。

解説表1-改訂方針にある、話法の一貫性は語法の一貫性である。不適切な用語修正と部品形状の改善についての項目は、内容に該当するものがないので削除の対象である。また、追加された目的の項目「現状技術を考慮」を記載することなどである。

なお、解説表2-新旧規格の差異の内容及び説明(91~110頁)についても鋭意精査している。

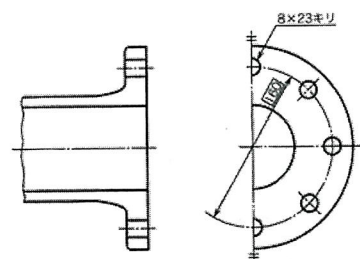


図22 本文図90 関連する寸法の図示例^[1]

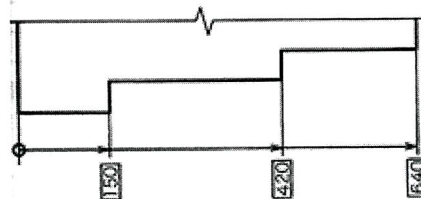


図23 本文図124 累進寸法記入法の例 1^[1]

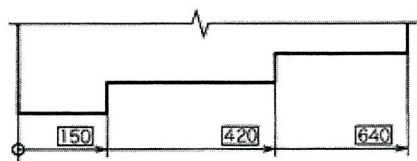


図24 本文図125 累進寸法記入法の例2^[1]

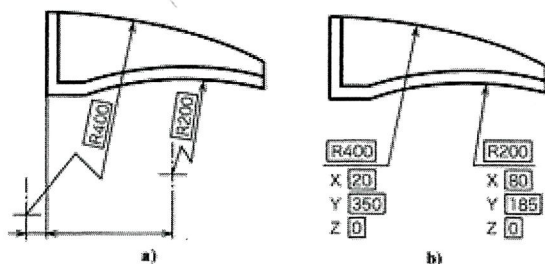


図25 本文図134 半径が大きい場合の図示例^[1]

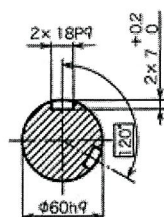


図26 本文図180 複数の同一寸法のキー溝の寸法図示例^[1]

7. 製図規格制定の原則について

図面は、情報の伝達が人によって解釈が同じでなければならない。つまり、文化や歴史・言語の異なる第三者が図面を見たとき、誰でも同じように解釈できることが求められる。その基幹が製図規格である。製図規格制定の詳細は次に記すが、要は、その時期のみに通用できればよいとする考え方やまれな事柄を規格化することはあってはならない。

よって、製図規格制定の原則を遵守しなければならないのである。

製図規格に汎用性、国際性を与え、体系化を進めることが製図通則（Z 8302:1973は1984年に廃止）の制定条件であった。同規格の審議過程で製図規格の体系が構成、制定されており、製図総則（Z 8310:1984）に反映されている^{[2]~[3]}。

製図が備えなければならない特質と製図規格の方向性を考えて、次の原則の基に規格が制定されている。

① 技術の国際化に対応する国際性。

国際性を保つために、ISOの製図規格と本質的に整合しなければならない。

- ② 技術の多岐化とその総合補完性に応じる各部門間の汎用性（整合性・普遍性）。
- ③ 技術の大衆化の時代に対応できる大衆性（平易性）を持たなければならない。

特に規格内容の表現・記述については、規格の大衆性を考慮して、基本原理、基本的事項、例外的事項の順序で示し、記述は平易に誤解のないようにしている。さらに、大衆性を保つために、だれが見ても分かりやすく、原則的、基本的なことに重点がおかれる必要がある。

製図規格は、例外的事項を規格化するためのものであってはならない。また、規格内で定めている規則も単純であることが必要である。

- ④ 製図の内容の解釈に曖昧さがないように、十分な一義性を備える必要がある。そして、高度技術社会において、設計者の意図を明確に一義的に示すために、内容に高度化が要求される。
- ⑤ 図面が様々な部門にわたって広く利用されることを考え、部門間の統一を諮って、汎用性を高める必要がある。種々な事情で統一が不可能な場合でも、相互理解に役立つように、規格制定する必要がある。
- ⑥ 作図の近代化である自動製図や管理面の近代化。例えば、マイクロフィルム化に対応できるように、近代化しなければならない。
- ⑦ 製図規格に要求される上記の各項目は、互いに相反する条件のことが多い。これらの矛盾する要素を最適化する努力が必要である。

8. おわりに

成熟した規格である JIS B 0001:2019 機械製図の用語・製図ルール解釈や使い方が不適切であっても、産業界では、社内規格として定着しているので、困ることはほとんどない。

一方、教育界では、学生は、日本産業規格を信奉して勉学する。特に、設計・製図の授業は、JISに準じたと称し、JIS B 0001に沿った教科書で進めることが多い。重大な間違いがある規格を基にしているが故に、教育者は学生の将来を心配する。そこで、誤りを正して教育を行うことが重要になる。

参考文献

- [1] JIS B 0001:2019 機械製図, (JSA).
- [2] 大西 清, JIS にもとづく標準製図法 (第14全訂版), オーム社 (2017).

- [3] 佐藤 毅, JIS 製図通則改正の動向とその考え方, 標準化と品質管理, 32,5 (1979), pp.30-37.

●2020年3月23日受付

ひらの しげお

東京都市大学名誉教授 博士(学術) 工学部機械システム工学科非常勤講師 株式会社アルトナー 技術顧問

〒261-0012 千葉県千葉市美浜区磯辺3-44-5

rs4775hirano@ybb.ne.jp

きせ すすむ

株式会社アルトナー HR事業本部能力開発部リーダー 東京都市大学工学部原子力安全工学科非常勤講師基礎設計製図を担当

〒530-0005 大阪府大阪市北区中之島3-2-18 住友中之島ビル2F

せきぐち そうぞう

株式会社アルトナー 代表取締役社長

〒530-0005 大阪府大阪市北区中之島3-2-18 住友中之島ビル2F

おくさか かずや

株式会社アルトナー 取締役エンジニア事業本部長

〒530-0005 大阪府大阪市北区中之島3-2-18 住友中之島ビル2F

あらき つとむ

筑波技術大学名誉教授

〒376-0011 群馬県桐生市相生町5丁目444-26