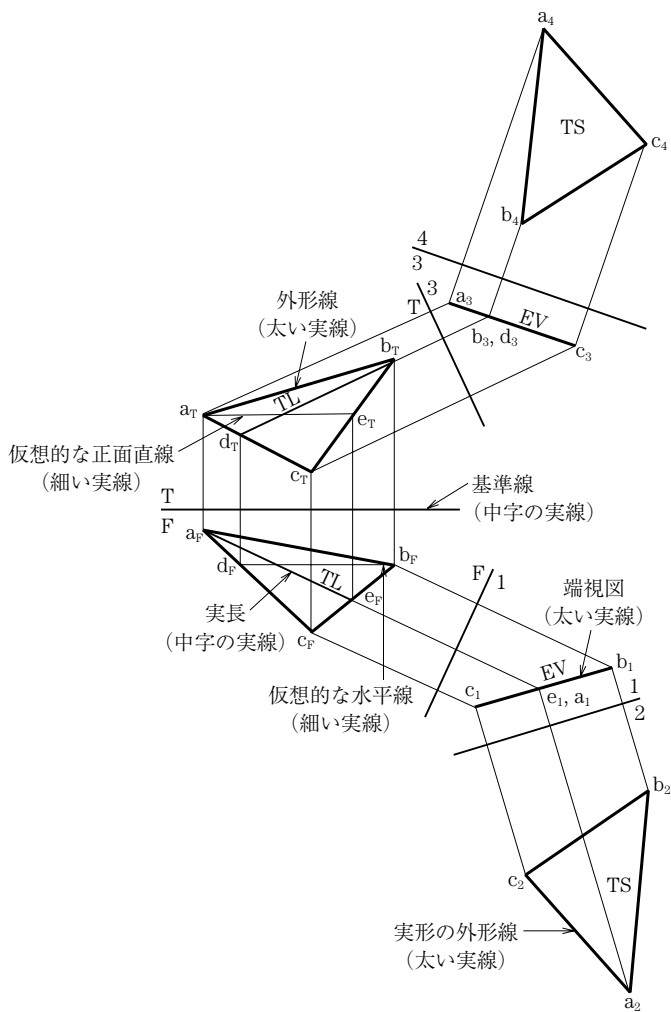


わかる図形科学

平野 元久・吉田 一郎【共著】

コロナ社

作図例 (表記の規則は図 3.22 を参照)



まえがき

図学は、図法幾何学 (descriptive geometry) にその名の由来をもち、幾何学を学問的基盤としています。幾何学は、直角、平行などの図形の性質、例えば「円周上の任意の点と一つの直径の両端とを結ぶ直線はたがいに垂直である (円周角 (タレス) の定理)」などの事柄を扱う数学の一分野です。図学は、18世紀フランスの建築・築城の技術振興に源流をもち、現代の機械製造の現場では製品の形状・寸法にこめられた設計者の意図を寸分たがわずに描き尽くし、2次元の図面から3次元情報を読みとる図式解法として発展しました。

わたしたちは、昔から着想やアイデアを絵図や図形として描きとめ、そのエッセンスを仲間にもすみやかに伝える便利ツールとして重宝してきました。実用の現場では、機械部品や建築資材の形状・寸法の設計図面を担当者間で情報をやりとりする伝達手段として活用してきました。このような場面では、「見えるとおりに図を描く」と「物体形状を正確に紙の上に描く」ことは対極にありました。厳密にいうと、立体図形を平面上に正確に描くことは不可能なので、紙面の絵を立体的に見せるための遠近法などを活用し、見る人の立体想像力を借りて奥行き感を伝える技法が絵画などで取り入れられてきました。これに対し、機械製品を作る工場では、設計技師が描いた図面どおりに製品を作る必要があるため、図面には機械製品の寸法が寸分たがわず正確に描き尽くされていなければなりません。複雑な機械製品の形状を設計技師はどのように1枚の紙の上に表現するのでしょうか。

本書カバーの図は、立体図形の作図方法を示しており、底円の直径と高さが同じ直円錐 (頂点と底円の中心を結ぶ直線が直角) の中央を円錐の高さの半分の直径の円柱が貫通しています。本書で学ぶ内容は、同図の立体の形状寸法を正確に表す三面図 (正面図, 平面図, 側面図) の作図法につながります。円錐の三面図を描くのは簡単です。正面図と側面図は三角形, 平面図は頂点を中心とした円になります。横たわっている円柱の三面図を描くのも簡単です。正面図と側面図は長方形, 側面図は円になります。しかし、円柱が貫通した円錐の

三面図を描くのは容易ではありません。円錐と円柱が交わるところが難しい曲線になり、この曲線の三面図を描くには立体的思考をフル稼働しなければなりません。このような作図は、物体を正しく三面図（本書では主投影図として説明）に描いたり、三面図から物体の形を読みとったりするための訓練として非常に役立ちます。機械工学などを学ぶ学生にとっては欠かせない演習科目の一つです。本書では、この作図法に至る図学の基礎を学びます。

本書は、主として理工系の大学初年次生を対象とする図学の入門的教科書です。図学を学ぶ目的として、つぎの三つの学習目標を掲げます。第1の学習目標は、3次元空間にある物体形状を幾何学の論理をもとに図学の作図法に従って2次元の紙面に表現し、またこれとは逆に紙面に描かれた平面図形から物体の形状・寸法を読みとる「論理的思考力」を身につけることです。第2の学習目標は、平面図形から3次元物体を構成する空間にある点、直線、平面および立体間の幾何学的関係と配置を読み解く実習を重ね、紙面上の図面から製品の3次元情報を構築する「空間認識力」を修得することです。そして、第3の学習目標は、図形の性質の理解に必要な異なる二つのアプローチ、すなわち、解析幾何学の図形の方程式を用いる数学的記述と、図形のスケッチを用いて視覚・直感に訴える表現の二つの相補的な方法を操る「図形理解力」を養うことです。

本書を執筆するにあたって著者が心がけたことは、基礎から応用、あるいは易から難に順をおって説明することです。図学の学問的基盤である幾何学を念頭において、図形のもつ表現力と図形から幾何学の論理を用いて図形情報を読み解き、また描きこむ図式解法を体験し、「図学は楽しい」と思っていただけとしたら、本書の目的は達成できたといえます。第1章から第9章（およびWeb付録）を平野元久が担当し、第10章から第11章を吉田一朗が担当しました。

本書は、法政大学理工学部機械工学科で行った講義ノートを整理し、講義の際に学生・受講生から受けた有用な質問、コメントを参考にしてできあがったものです。本書の発行にあたっては、コロナ社には懇切丁寧なご意見・アドバイスを頂き、これなくしては本書の発行は成し得なかったといえます。

機械工学を学ぶうえで、また理工学全般の研究開発を進めるうえで、本書が読者に少しでも役立てば著者のこのうえない喜びであります。

2022年3月

平野 元久

●本書の付録について●

本書の各章で説明した図学の作図における幾何学の論理展開，図学の学問的基盤である幾何学のなりたち，17世紀，デカルトの座標の発明によって幾何学から誕生した解析幾何学をより広く理解するために，以下の付録の内容を下記の二次元コード，およびURLに掲載した関連資料より見られるようにしました。下記サイトには，本文の内容を深く理解するための演習問題を補足の章末問題として掲載しました。本文の章末問題と下記サイトの補足の章末問題の解答も与えておきました。これらの問題の作図の意味をよく理解し，まえがきに掲げた図学修得の三つの学習目標の達成に向けて，作図による論理の展開を「楽しみながら」基礎学力を身につけてください。

<https://www.coronasha.co.jp/np/isbn/9784339046779/>



あ と が き

付録 A 補足の章末問題

付録 B 章末問題の解答

付録 C ユークリッド幾何学

付録 D 直線，曲線，平面，曲面の解析幾何学

D.1 直線の方程式

D.2 曲線と曲率

D.3 平面の方程式

D.4 曲面論

付録 E 円錐曲線

E.1 円錐曲線の作図

E.2 円錐曲線の性質

目 次

第1章 図学の基礎

1.1 図学と幾何学	1
1.2 図形と図学	3
1.3 図学を学ぶ意義	5
1.4 作図の基礎	8
1.5 基本の作図題	10
章末問題	14

第2章 平面図形

2.1 直線図形	15
2.1.1 比例尺	15
2.1.2 角の n 等分	18
2.1.3 三角形	19
2.1.4 正五角形	21
2.1.5 正 n 角形	22
2.2 円と円弧	23
2.3 円錐曲線（楕円・放物線・双曲線）	29
2.3.1 円錐曲線の性質	29
2.3.2 円錐曲線の解析幾何学による表現	34
2.3.3 円錐曲線の作図	36

2.4 螺線と転跡線	39
2.4.1 アルキメデス螺線	40
2.4.2 対数螺線	41
2.4.3 サイクロイド曲線	42
2.4.4 インボリュート曲線	42
章末問題	43

第3章 正投影と主投影

3.1 投影の基本	44
3.2 透視投影	46
3.3 正投影と主投影図	47
3.3.1 正投影	47
3.3.2 主投影図	49
3.3.3 第一角法と第三角法	51
3.4 基準線	54
3.5 主投影図と視図	55
3.6 主投影図の配置と表記の規則	57
3.6.1 主投影図の配置	57
3.6.2 主投影図の表記の規則	59
3.7 主投影図の基本的性質	60
3.8 点の主投影図	64
3.9 直線の主投影図	65
3.9.1 直線上にある点の投影	65
3.9.2 交わる2直線の投影	66
3.10 かくれ線	70
章末問題	73

第4章 1次副投影

4.1 平面図からの副投影（副立面図）	74
4.2 正面図からの副投影（副平面図）	78
4.3 側面図からの副投影（副側面図）	80
4.4 平面の端視図と実形	82
章末問題	84

第5章 直線

5.1 直線の実長	86
5.2 主要な直線（主直線）	86
5.3 主投影面に傾く直線	90
5.4 特別な位置の直線	93
5.5 直線の点視図	96
5.6 直線上の点	97
章末問題	101

第6章 平面

6.1 平面の表現	102
6.2 特別な位置の平面	103
6.3 平面上の点	104
6.4 平面上の直線	105
6.5 平面上の特別な直線	107
6.6 平面の端視図	110
章末問題	112

第7章 高次副投影

7.1 2次副投影図の作図	114
7.2 直線の点視図	118
7.3 平面の実形	121
章末問題	124

第8章 直線と平面の関係

8.1 直線と平面の交点	125
8.1.1 副投影による交点の作図	125
8.1.2 切断平面による交点の作図	127
8.2 平面と平面の交線	130
8.2.1 副投影による2平面の交線	130
8.2.2 切断平面による2平面の交線	132
8.2.3 複数の切断平面による複数平面の交線	133
8.3 平面と平面がなす角度	134
8.3.1 二面角 (2平面の交線が与えられている場合)	134
8.3.2 二面角 (2平面の交線が与えられていない場合)	136
8.3.3 平面と主投影面との二面角	138
章末問題	139

第9章 平行と垂直

9.1 平行な直線	141
9.2 平行な2平面	144
9.3 平面に平行な直線と直線に平行な平面	145

9.4 直交する直線	146
9.5 直線に垂直な平面	148
9.6 平面に垂直な直線	151
9.7 ねじれ2直線の共通垂線	153
9.7.1 点視図を用いる方法	153
9.7.2 一つの直線に平行な平面を用いる方法	154
9.7.3 ねじれ2直線の水平最短距離	156
章末問題	157

第10章 立体に関する相互関係（切断・相貫）

10.1 切断（平面と立体の相互関係・交わり）	158
10.2 相貫（立体と立体の相互関係・交わり）	161
章末問題	164

第11章 展 開

11.1 立体の展開（展開図）	165
11.2 柱面の展開	167
11.3 錐面の展開	169
11.4 曲面の近似展開	171
章末問題	173

参 考 文 献	175
索 引	177

役立つポイント

1. 中点連結定理 (図 1)	15
2. 楕円の作図 (図 2)	32
3. 主投影図の基本的性質	64
4. 直線上の点の投影図	66
5. 副投影図の基本的性質	82
6. 端視図 (EV) と実形 (TS) (図 3)	83
7. 端視図の隣接図と実形	84
8. 投影図が基準線に平行となる直線	87
9. 直線と主投影図とのなす角度	88
10. 直線の実長 (TL)	91
11. 平面の端視図 (EV)	91
12. 直線の実長 (TL) と点視図 (PV)	94
13. 交 点	100
14. 平面上の直線	107
15. 各投影面に平行な平面上の直線	108
16. 空間における図形解析	109
17. 平面の端視図	111
18. 点視図 (PV)	120
19. 直線と平面の交点 (副投影法)	127
20. 直線と平面の交点 (切断平面法)	128
21. 平行 2 直線	142
22. ねじれ 2 直線 (図 4)	143
23. 垂 線	148
24. 平面に垂直な直線	152
25. 垂線の実長	153



第1章 図学の基礎



図学では、平面図形の作図によって物体の3次元幾何学情報を2次元の平面図形に描きこむ方法を学ぶ。さらに、これとは逆に2次元の紙面に描かれた平面図形から3次元幾何学情報を読みとり、物体を構成する点・直線・平面の相互の幾何学的関係や位置を測量する技法を学ぶ。本章では、平面図形に描きこめられた3次元幾何学情報を読み解く図学の図式解法を学ぶ。これにより、将来技術者として備えるべき能力として、論理的思考力・空間認識力・図形理解力を獲得することの意義を説明する。読者には、図学のさまざまな作図技法の修得によって図学と幾何学の基礎を固めてほしい。

1.1 図学と幾何学

図学は、**図法幾何学**^{†1} (descriptive geometry) にその名の由来をもち、幾何学を学問的基盤としている。図学は、特に自動車などの機械製造の「ものづくり」において必須となる部品の形状・寸法を表現するために、空間図形の3次元幾何学情報を2次元の平面図形に描きこむ方法としてフランスのモンジュ^{†2}によって体系化された。図学では、紙面に描かれた平面図形の幾何学情報を、「目盛のない定規」と「コンパス」だけを用いて図式的に読みとる作図が行われる。

幾何学は図形の性質を扱う数学の一分野である。図形とは、直角、平行線、たがいに接する二つの球など、**点・直線・平面**、そしてこれらの集まりのこと

^{†1} 数学分野では、「画法幾何学」と訳された経緯がある。

^{†2} Gaspard Monge (1748-1818) はフランスの数学者である。当時の築城設計に必要な算術計算の代わりに、建築設計の図式解法として「図法幾何学」の基礎を築いた。著作、『図法幾何学概論』(Leçon de géométrie Descriptive) は図法幾何学の原典とされる。フランス皇帝 Napoléon (1769-1821) とも親交があり、数学者 Fourier (1768-1830) とともにエジプト遠征・調査に貢献した逸話がある。

をいう。図形の性質とは、「三角形の三つの内角の和はつねに 180° に等しい」であるとか、「円周上の任意の点と一つの直径の両端とを結ぶ直線はたがいに垂直である（円周角の定理）」などの事柄をいう。図学では、① 3次元の物体を点・直線・平面、およびこれらで構成された立体から構成される図形として捉え、② これらの物体を「投影図（3.1節を参照）」によって平面上に表現し、③ 定規とコンパスを用いた作図による平面図形（投影図）の分析によって、物体の構成要素（点・直線・平面）間のさまざまな幾何学的関係（平行・垂直など）を読みとる図式解法が示される。

図学で用いる定規とコンパスによる直線と円弧の二つの基本的な作図は、幾何学における平面図形の基本の作図題（1.4節を参照）である、「与えられた線分の垂直二等分線を引く」などの命題の証明に許される直線と円弧を引く作図と同等である。このように、図学は幾何学を基礎としており、本書の例題、章末問題で頻繁に行う直線と円弧の一つ一つの作図は、幾何学の命題の証明で積み重ねる一つ一つの論証に対応する。

古代エジプト時代に測量術（surveying）^{†1}として始まった幾何学^{†2}は、古代ギリシアにおいて証明という手段によって事柄の正しさを導く精緻な数学として独自に発達した。こうして築き上げられた理論体系はユークリッド（Euclid, エウクレイデス）によって『原論』（Elements）としてまとめられた^{†3}。『原論』では、「同じものに等しいものはまたたがいに等しい」とか「点から点へ直線が引ける」などの万人が共通して正しいと考える数項目のきわめて単純な前提、公理（axiom）を出発点としている。そして、これを基礎として徹底した証明の積み重ねによって別の新しい事実の正しさを示す論証の連鎖が展開され、壮大な知識体系^{†4}

^{†1} 古代エジプトではナイル河の氾濫があいつぎ、そのたびに土地を測り直す必要があったので、測量術が発達し、これが幾何学の誕生をうながしたとされる。

^{†2} 幾何（geometry）は、geoが「地」を表し、metryは「測る」ことから、全体として「測量術」を意味する。ジオメトリーという言葉が中国に伝わったとき、発音が似ているという理由で幾何という文字が当てられたといわれる。

^{†3} ギリシア数学において証明という手段が発達したのは、ギリシアにおける哲学のあり方、相手を説得する弁論術のあり方が背後にあったといわれる。相手との議論においておたがいが納得するためには、証明という方法が有効であったと考えられる。

^{†4} 基本法則から論証によりいろいろな定理を導き出して集成される一つの学問体系である。

が構築された。この証明の考え方は真理探究の方法としてその後の学問の科学的方法の規範となり、学問とはなにをすることかの問いの解答を示した。

1.2 図形と図学

人類は太古より着想・アイデアを絵図や図形として描きとめて記録し、これを他者との議論の素材としてきた。今日では、このような絵図や図形は、絵画、コンピュータグラフィックス、芸術写真、技術者のスケッチとして活用され、議論の際には、これらを用いてさまざまなアイデアのエッセンスを他者にすみやかに伝えることに重宝されてきた。実用の現場では、機械製造や土木・建築工事を進めるのに部品・資材の物体形状・構造を2次元平面の図として表す設計図面が、製品製造に携わる担当者間の情報伝達手段として活用されてきた。いうまでもなく、このような設計図面には設計者の意図を正しく作り手に伝えるために、製品形状は寸分たがわず描き尽くされていなければならない。わたしたちが普段目にする複雑な形状の寸法は、設計の現場ではどのように1枚の図面上に表現されるのであろうか。

3次元物体を紙面上に表現する方法は古くから工夫されてきた。その方法として、おもに二つの基本的な解決策が示された。そのうちの一つでは、1枚の図面で3次元物体を表現することに主眼が置かれ、実物形状の大きさ・寸法の精度をある程度犠牲にし、物体を見えるままの形に変形して見取図 (pictorial drawing) を描く方法がとられる。もう一つでは、実物の大きさを正確に表現することに重点を置き、複数の方向から見た視図 (view)、あるいは投影図を組み合わせる方法がとられる。前者は「透視投影」による透視図 (perspective drawing) として発展し (3.2節を参照)、後者は今日の工業製図の基礎となる多視図法 (multiview drawing) による「主投影図」として集成された (3.3節を参照)。

透視図は物体の形状を多くの説明を要せずに (直感的に) 伝えるのに適しており、透視図として描かれた平面図形によって立体を表現する。**図 1.1** は遠

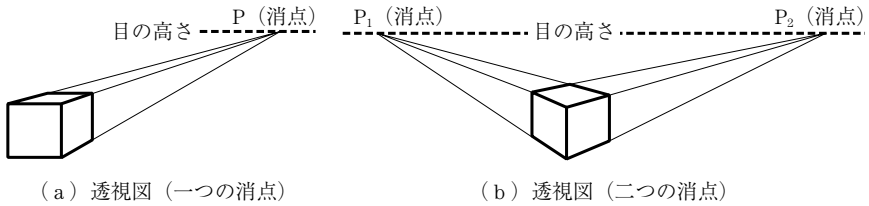


図 1.1 遠近法による透視図

近法 (perspective) を取り入れて描いた立体図形を示す。図 (a) では、立方体の前面、上面、右側面が見える。遠近法では手前の辺より遠い位置の奥側の辺を縮小して描くことにより奥行き感を表現する。したがって、手前の前面の各辺も奥にいくほど縮小され無限遠では無限小となり、これにより立方体の三つの辺の直線は3本とも一点 P (消点, vanishing point) に収束する (図 (a))。消点 P は無限遠にいる観察者の立方体に対する視点ともいえる。このような透視図では形状表現において厳密性に欠けることは避けられない。図 (a) の場合には、立方体の前面は手前側の観察者に正対するとして正方形に描かれるが、立方体の右側面が見えるということは手前側の観察者の視点は立方体に対して右側に偏っていることになる。そうすると、立方体の前面のうち右側の辺より左側の辺のほうが観察者よりも遠い位置にあり、このことから正方形の左側の辺は縮小されるべきことになるが、図 (a) ではこのことは無視されている。図 (b) では立方体の左側面も見えるように立方体を鉛直軸まわりに回転し、観察者は立方体の稜に対して正対し、左右の線と前後の線が別々の消点をもつ。この場合には、立方体の上面が見えるので観察者の視点は立方体よりも高い位置にある。つまり、立方体の上面の辺より下面の辺は視点より遠い位置にあることになるが、ここでは下面の辺は縮小されていない。このように、3次元空間に配置する図形を2次元平面に正確に描き写すことは厳密には不可能であり、形状寸法を正確に伝えるために設計図面として透視図を用いることには不都合が伴う。

この不都合を解消して設計図面を作成するには、平行光線による投影、すなわち「正投影 (3.1 節を参照)」を複数の方向 (視線) から行い、これによって得られる複数枚の投影図 (視図) を組み合わせる**主投影** (principal projec-

tion) という方法がとられる[†]。ここで、3次元物体の例を図1.2に示す。この物体を前後、左右、上下の6方向から見るとすべての投影図は異なり、こうして得られる主要な投影図、すなわち「主投影図」は、**正面図** (front view)、**平面図** (top view)、**右側面図** (right-side view) を図1.3のように第三角法(3.3.3項を参照)によって、配置して構成される(図に記す記号 T, F, R, 基準線などについては図3.22を参照。 D は投影面に対して置かれた物体の奥行き方向の位置(長さ)を示す)。

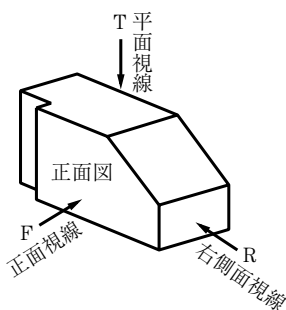


図1.2 3次元物体の例

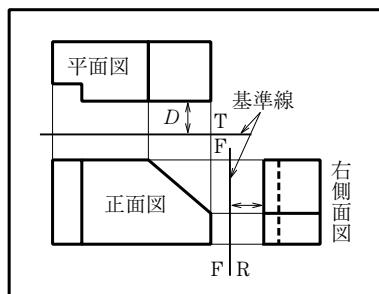


図1.3 3次元物体の主投影図(三面図)

1.3 図学を学ぶ意義

図法幾何学(以下、**図学**と称する)によれば、ユークリッド幾何学を理論的基盤とした定規・コンパスを用いた図式解法により、立体を構成する空間における点・直線・平面および立体間で生じるさまざまな幾何学的関係、例えば、直線間の**平行**、**垂直**、**交差**、**ねじれ**(9.1節を参照)などのさまざまな幾何学情報を読み解くことが可能になる。製品でいえばその寸法・形状を測量するために主投影(第3章を参照)・副投影(第4章を参照)の作図によって、直線

[†] 主投影図は基本的には物体(製品)の正面図、平面図、右側面図から構成され一般に三面図ともいわれる。

索 引

<p>【あ】</p> <p>アルキメデス螺線 39,40 鞍 点 7</p> <p>【い】</p> <p>1次副投影 74 インボリュート曲線 29,42</p> <p>【え】</p> <p>円 29 遠近法 3 円錐曲線 29</p> <p>【お】</p> <p>黄金比 21</p> <p>【か】</p> <p>外形線 70 外 心 19 解析幾何学 7 外分比 61 かくれ線 70 可展面 167 画法幾何学 1</p> <p>【き】</p> <p>幾何学測量 122 基準線 54 共通外接線 25 共通垂線 153 共通内接線 25 極 点 39</p> <p>【け】</p> <p>傾斜直線 90 原 論 2</p>	<p>【こ】</p> <p>交 差 5 高次副投影 114 交 線 6 交 点 6 高トロコイド曲線 42 公 理 2,6</p> <p>【さ】</p> <p>作図題 2,8 作図の公法 6,8 座 標 7</p> <p>【し】</p> <p>視 図 3,55 実角度 91 実 形 6 実 長 6 実長直線 111 斜投影 46 重 心 19 主直線 86 主投影 4,5 主投影図 49 消 点 4 焦 点 35 正面傾角 89 正面視線 57 正面図 5 正面直線 87 正面投影面 48</p> <p>【す】</p> <p>垂 心 19 垂 直 5 垂直投影 46 水平傾角 88</p>	<p>水平最短距離 156 水平投影面 48 図法幾何学 1</p> <p>【せ】</p> <p>正投影 46 切 断 158 切断平面 29,127 切断平面法 128 漸近線 36</p> <p>【そ】</p> <p>相 貫 161 相貫線 162 相貫体 162 相貫点 162 双曲線 29 側面傾角 88 測量術 2</p> <p>【た】</p> <p>第一角法 46,51 対応線 56,58 第三角法 46,51 対数螺線 39,41 楕 円 29 多視図投影 46,48 多視図法 3 端視図 6 断 面 6</p> <p>【ち】</p> <p>中心投影 46 中 点 61 中点連結定理 15 鳥瞰図 55</p>
--	--	--

		2次副投影図	114	平面図	5
		二面角	134		
	【て】			【ほ】	
定義	6			傍心	19
低トロコイド曲線	42	【ね】		放物線	29
展開	165	ねじれ	5		
転曲線	40	ねじれ2直線	142, 143		
点視図	60			【み】	
転跡線	40	【ひ】		右側面図	5
	【と】	非可展面	167	見取図	3
投影	44	表記の規則	59		
投影図	45	比例尺	15	【ゆ】	
投影線	45, 56	比例論	15	ユークリッド	2
投影面	44			ユークリッド幾何学	5
導曲線	40	【ふ】			
透視図	3	副側面図	80	【ら】	
透視投影	3, 46	副投影	5	螺旋	39
	【な】	副投影図	74		
内心	19	副平面図	78	【り】	
内分比	61	副立面図	74	離心率	29, 35
	【に】	普通サイクロイド曲線	42	隣接図	50
2次曲線	30			隣接投影面	55
		【へ】			
		平行	5		
		平行投影	45		

—著者略歴—

平野 元久 (ひらの もとひさ)

1980年 名古屋大学工学部機械学科卒業
1982年 名古屋大学大学院工学研究科修士課程
修了(機械工学専攻)
1982年 日本電信電話公社(現日本電信電話株
式会社)勤務
1989年 工学博士(名古屋大学)
1998年 博士(理学)(東京大学)
2003年 岐阜大学教授
2014年 法政大学教授
現在に至る

専門はトライボロジー。本書第1章～第9章お
よびWeb付録を担当。おもな著書として、
「Superlubricity, 2nd Edition (Elsevier, 2020)」,
「Friction at the Atomic Level: Atomistic
Approaches in Tribology (Wiley-VCH, 2016)」。

吉田 一郎 (よしだ いちろう)

2000年 明治大学理工学部機械情報工学科卒業
2002年 明治大学大学院理工学研究科博士前期
課程修了(機械工学専攻)
2003年 明治大学理工学部助手
2006年 独立行政法人科学技術振興機構研究員
長岡技術科学大学勤務
2008年 明治大学大学院理工学研究科博士後期
課程修了(機械工学専攻)
博士(工学)
2008年 株式会社小坂研究所 精密機器事業部
開発企画チーム課長
2016年 法政大学専任講師
2018年 法政大学准教授
2019年 法政大学教授
現在に至る

専門は計測工学, データサイエンス, 設計工学。
本書第10章, 第11章を担当。おもな著書として,
「改訂版 切削・研削・研磨用語辞典(日本工業
出版, 2016)」, 「製品の幾何特性仕様—くさび形
体—第1部: 角度及び勾配の基準値(日本規格
協会, 2017)」。

わかる図形科学

Descriptive Geometry

© Motohisa Hirano, Ichiro Yoshida 2022

2022年5月6日 初版第1刷発行



検印省略

著者 平野 元久
吉田 一郎
発行者 株式会社 コロナ社
代表者 牛来真也
印刷所 壮光舎印刷株式会社
製本所 株式会社 グリーン

112-0011 東京都文京区千石 4-46-10

発行所 株式会社 コロナ社

CORONA PUBLISHING CO., LTD.

Tokyo Japan

振替00140-8-14844・電話(03)3941-3131(代)

ホームページ <https://www.coronasha.co.jp>

ISBN 978-4-339-04677-9 C3053 Printed in Japan

(新井)



ICOPY < 出版者著作権管理機構 委託出版物 >

本書の無断複製は著作権法上での例外を除き禁じられています。複製される場合は、そのつど事前に、出版者著作権管理機構(電話 03-5244-5088, FAX 03-5244-5089, e-mail: info@jcopy.or.jp)の許諾を得てください。

本書のコピー, スキャン, デジタル化等の無断複製・転載は著作権法上での例外を除き禁じられています。購入者以外の第三者による本書の電子データ化及び電子書籍化は, いかなる場合も認めていません。落丁・乱丁はお取替えいたします。