

機械系 教科書シリーズ 28

---

# CAD/CAM

工学博士 望月 達也 著

コロナ社

### 機械系 教科書シリーズ編集委員会

編集委員長 木本 恭司 (元大阪府立工業高等専門学校・工学博士)  
幹 事 平井 三友 (大阪府立工業高等専門学校・博士(工学))  
編 集 委 員 青木 繁 (東京都立産業技術高等専門学校・工学博士)  
(五十音順) 阪部 俊也 (奈良工業高等専門学校・工学博士)  
丸茂 榮佑 (明石工業高等専門学校・工学博士)

(2007年3月現在)

## 刊行のことは

大学・高専の機械系のカリキュラムは、時代の変化に伴い以前とはずいぶん変わってきました。

一番大きな理由は、機械工学がその裾野を他分野に広げていく中で境界領域に属する学問分野が急速に進展してきたという事情にあります。例えば、電子技術、情報技術、各種センサ類を組み込んだ自動工作機械、ロボットなど、この間のめざましい発展が現在の機械工学の基盤の一つになっています。また、エネルギー・資源の開発とともに、省エネルギーの徹底化が緊急の課題となっています。最近では新たに地球環境保全の問題が大きくクローズアップされ、機械工学もこれを従来にも増して精神的支柱にしなければならない時代になってきました。

このように学ぶべき内容が増えているにもかかわらず、他方では「ゆとりある教育」が叫ばれ、高専のみならず大学においても卒業までに修得すべき単位数が減ってきているのが現状です。

私は1968年に高専に赴任し、現在まで三十数年間教育現場に携わってまいりました。当初に比べて最近では機械工学を専攻しようとする学生の目的意識と力がじつにさまざまであることを痛感しております。こうした事情は、大学をはじめとする高等教育機関においても共通するのではないかと思います。

修得すべき内容が増える一方で単位数の削減と多様化する学生に対応できるように、「機械系教科書シリーズ」を以下の編集方針のもとで発刊することに致しました。

1. 機械工学の現分野を広く網羅し、シリーズの書目を現行のカリキュラムに則った構成にする。
2. 各書目においては基礎的な事項を精選し、図・表などを多用し、わかり

ii 刊 行 の こ と ば

やすい教科書作りを心がける。

3. 執筆者は現場の先生方を中心とし、演習問題には詳しい解答を付け自習も可能なように配慮する。

現場の先生方を中心とした手作りの教科書として、本シリーズを高専はもとより、大学、短大、専門学校などで機械工学を志す方々に広くご活用いただけることを願っています。

最後になりましたが、本シリーズの企画段階からご協力いただいた、平井三友 幹事、阪部俊也、丸茂榮佑、青木繁の各委員および執筆を快く引き受けていただいた各執筆者の方々に心から感謝の意を表します。

2000年1月

編集委員長 木本 恭司

# まえがき

CAD/CAMの研究がスタートしてから半世紀以上が経過した。コンピュータの技術開発に追随するようにCAD/CAMの開発も進展し、特に、3D-CADが設計に使われるようになった2000年以降は急速に発展し、工学教育にも広く普及した。機械工学ではCAD/CAMを導入する以前から、製図を主体とする設計教育を実践してきた。その教育によって多くの技術者が育ち、モノづくりを支えてきた。製図の道具がドラフタから製図システムに移行すると、曲線や接円など手書きでは上手に描くことが難しい図形要素をだれでも簡単に作図できるようになり、製図教育は、本来の目的であるモノづくりのための図面に多くの時間を費やすことができるようになった。一方、機械設計の授業は、編集設計的な内容が多く、教育内容に大きな変革は見られないままであった。機械設計には、工業力学、材料力学、熱力学、水力学など機械工学特有の力学が不可欠で、それらの解析が必要である。工学教育では、力学と機械設計の教育を結び付ける試みが繰り返し行われており、創造的な設計教育も実施されている。

そのような環境の中に3D-CADが導入され、設計教育や製図教育のイノベーションを含め、産業界から大きな期待が寄せられている。これまで、多くのCAD/CAMに関する書籍が出版されているが、その多くは、スキルアップを目的とする教材である。そこで、本書を執筆するにあたり、設計教育、製図教育、モノづくり教育で、どのようにCAD/CAMを使えばよいか、そのことをつねに考えた。CAD/CAMはモノづくりを支える道具である。その道具の使い方を教えても設計力やモノづくり力は高まらない。

設計力やモノづくり力を高めるためには、個別に教育する専門科目を横断する教育が必要である。それには、設計製造を支援するCAD/CAMが不可欠で、CAD/CAMをうまく利用して設計やモノづくりを教育することである。

例えば、材料力学で学ぶ断面二次モーメントは、その力学的な意味や計算が理解できれば、CADの断面特性の演算は形状設計で有益なツールになる。

設計と解析は表裏一体である。形状寸法を決めるために解析し、その結果をもとに形状を修正し、再度、解析する。この繰り返しが設計本来の形である。CADには解析やシミュレーションの機能が備わっているので、設計と解析を繰り返すことで、しだいに、設計力や工学的な鋭い勘が生まれてくる。そして、部品の形状が決まれば、モノづくりの情報である幾何公差や寸法公差を図面やモデルに定義することになる。このとき、重要なものがデータムである。モノづくりでは、部品のどこを基準にするか、どのように公差を定義するか、それができなければ部品は加工も検査もできない。換言すれば、加工や検査で基準が不明な図面はモノづくりでは不適切なものということである。この基準に基づいて加工が始まる。数値制御の工作機械では、工具の動きを理解しないと正しい加工ができない。それには、CAMの命令や演算を理解する必要がある。このように、モノづくりは設計・解析・製図・加工と一連の流れで進行している。したがって、工学教育では、この流れに沿って学ぶことが求められ、それを支援するCAD/CAMも教育の中で同時に理解する必要がある。

そこで、本書ではモノづくりとCAD/CAMの関係を中心に、3DプリンタによるモノづくりやCAD/CAMにおけるデータ管理とPDM/PLMまでの一連の流れを説明し、章末には演習問題を付け、設計・製図やモノづくりの授業で教材として活用できるように工夫した。

なお、本書は白黒印刷のため、Web上のカラーの図については、色の違いや、寸法・文字がわかりにくいものがある。そこで、掲載したすべての図をPDF形式で閲覧できるようにした。そして、演習問題を解答するときに使用するCADモデルはSTEPとParasolid形式でダウンロードできるようにした。図の閲覧や演習問題の解答に使用するCADデータを希望する読者は、コロナ社のホームページをご覧ください。また、授業や講義を担当される教員には、掲載したすべてのCADデータをSOLIDWORKS 2019 (SOLIDWORKS教育版やSOLIDWORKS Student Premium, SOLIDWORKS 学生版の

2019-2020 Version に相当) のファイルでダウンロードできるようにした。ダウンロードを希望する教員もコロナ社のホームページをご覧いただきたい。今後、コロナ社のホームページには、演習問題を含め、CAD/CAM 教育に役立つ情報を追加する予定である。

最後に、本書の読者対象は、機械工学を専攻している高等専門学校の3年生以上、または大学1、2年の学生であるが、機械設計やモノづくり教育を担当している教員にもぜひ一読していただきたい。

2021年2月

望月 達也

# 目 次

## 1. モノづくりのソフトウェア

|     |                  |    |
|-----|------------------|----|
| 1.1 | モノづくりとソフトウェア     | 1  |
| 1.2 | 3次元の形状モデル        | 3  |
| 1.3 | ソリッドモデルとサーフェスモデル | 5  |
| 1.4 | 3D-CAD のデータ構成    | 6  |
| 1.5 | 3D-CAD のデータ形式    | 7  |
| 1.6 | 図面と 3D 単独図       | 9  |
|     | 演習問題             | 10 |
|     | 引用・参考文献          | 12 |

## 2. ソリッドとサーフェスのモデリング

|     |             |    |
|-----|-------------|----|
| 2.1 | ソリッドの生成と編集  | 13 |
| 2.2 | サーフェスの生成と編集 | 16 |
| 2.3 | フィーチャとモデリング | 19 |
| 2.4 | モデリングの履歴    | 25 |
|     | 演習問題        | 28 |

## 3. 機械部品のモデリング

|     |              |    |
|-----|--------------|----|
| 3.1 | プロファイルとデータ構造 | 31 |
| 3.2 | プロファイルの作図    | 33 |
| 3.3 | 三面図と立体のモデリング | 35 |



|                            |    |
|----------------------------|----|
| 3.4 補助投影が必要な立体のモデリング ..... | 41 |
| 3.5 回転体のモデリング .....        | 47 |
| 演習問題 .....                 | 51 |

## 4. 機械要素とアセンブリ

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 4.1 自由度と合致の拘束 .....      | 54 |
| 4.2 締結（ボルト，ナット，座金） ..... | 56 |
| 4.3 軸 と 軸 受 .....        | 57 |
| 4.4 軸 継 手 .....          | 57 |
| 4.5 歯 車 .....            | 62 |
| 4.6 カ ム .....            | 67 |
| 4.7 ば ね .....            | 68 |
| 演習問題 .....               | 70 |

## 5. 3D-CAD と力学

|                     |    |
|---------------------|----|
| 5.1 質 量 特 性 .....   | 73 |
| 5.2 断 面 特 性 .....   | 76 |
| 5.3 応 力 解 析 .....   | 79 |
| 5.4 機 構 解 析 .....   | 84 |
| 5.5 固 有 値 解 析 ..... | 90 |
| 5.6 流 体 解 析 .....   | 92 |
| 演習問題 .....          | 95 |

## 6. ソリッドと幾何公差

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 6.1 モノづくりの情報 .....          | 101 |
| 6.2 幾何公差と最大実体公差 .....       | 103 |
| 6.3 MMC のある幾何公差 .....       | 105 |
| 6.4 データムに MMC がある幾何公差 ..... | 107 |

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 6.5 機能ゲージの設計 ..... | 110 |
| 演習問題 .....         | 111 |

## 7. 機械加工と CNC

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 7.1 機械加工と工作機械 .....              | 113 |
| 7.2 アップカットとダウンカット .....          | 115 |
| 7.3 直線補間 (G01) と工具移動 (G00) ..... | 117 |
| 7.4 円弧補間 (G02, G03) .....        | 119 |
| 7.5 座 標 系 .....                  | 121 |
| 演習問題 .....                       | 123 |

## 8. 穴・輪郭加工と CAM

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| 8.1 CAM と は .....                | 125 |
| 8.2 穴 加 工 .....                  | 127 |
| 8.3 輪 郭 加 工 .....                | 130 |
| 8.4 凹凸のある輪郭加工 .....              | 132 |
| 8.5 工具径の補正 (G40, G41, G42) ..... | 139 |
| 演習問題 .....                       | 141 |

## 9. サーフェスと CAM

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 9.1 切削点と工具軌跡 ..... | 143 |
| 9.2 工具中心の経路 .....  | 146 |
| 9.3 3 軸 加 工 .....  | 153 |
| 9.4 5 軸 加 工 .....  | 158 |
| 演習問題 .....         | 165 |

## 10. additive manufacturing (AM)

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 10.1 積層造形の方法 ..... | 167 |
|--------------------|-----|

|                     |     |
|---------------------|-----|
| 10.2 PBF と AM ..... | 168 |
| 10.3 DED と AM ..... | 171 |
| 演習問題 .....          | 174 |

## 11. CAD/CAM のデータ管理

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 11.1 ドキュメント管理 .....  | 176 |
| 11.2 構成管理 .....      | 178 |
| 11.3 PDM と PLM ..... | 182 |
| 演習問題 .....           | 184 |

|              |     |
|--------------|-----|
| 演習問題解答 ..... | 185 |
|--------------|-----|

|          |     |
|----------|-----|
| 索引 ..... | 210 |
|----------|-----|

# 1

---

## モノづくりのソフトウェア

CAD/CAMはモノづくりを支援するソフトウェアである。コンピュータで立体の形状を取り扱うために、本章では、モノづくりを支援するソフトウェアの構成、立体や曲面を表現する形状モデル、3次元CAD（以後、3D-CADと略記）のデータ構成とデータ形式、および3D図面について学ぶ。

### 1.1 モノづくりとソフトウェア

コンピュータで設計を支援するCAD（computer aided design）は、設計者とコンピュータが対話形式で2次元図形を処理する研究<sup>1)</sup>†から始まり、機械製図を支援する2次元CAD、および航空機・船舶・自動車などのスタイリングを支援するサーフェスCADや、機械設計を支援する3D-CADが開発されてきた。

**数値制御工作機械**（numerical control, NC）のCL（cutter location）データを計算するCAM（computer aided manufacturing）は、NCの自動プログラミング言語APT（automatically programmed tool）から始まり、工作機械の5軸を同時に制御する加工まで対応できるようになった。

応力、振動、熱などの工学的な解析を支援するCAE（computer aided engineering）は、**有限要素法**（finite element method, FEM）による線形解析から始まり、塑性変形や樹脂流動などの非線形解析まで処理できるようになった。その過程の中で、連立方程式を解くアルゴリズム、3次元の形状からFEMメ

---

† 肩付き数字は、章末の引用・参考文献の番号を表す。

## 2 1. モノづくりのソフトウェア

ッシュを生成する処理、および解析結果の応力や変形をコンター図で表示する処理が開発された。

機械製図や CAD 製図に**幾何特性仕様** (geometrical product specification, GPS) が規定され、機械部品の検査に 3 次元測定機が導入されると、座標測定や幾何公差の評価を支援するソフトウェアが開発された。さらに、曲面の形状を測定する非接触 3 次元測定機では、測定データの点群データからポリゴンデータを生成して CAD データと検証するソフトウェアが開発されている。CAT (computer aided testing) は、測定や検査を支援するシステムの総称として用いられている。

3D プリンタによるモノづくりは、AM (additive manufacturing, 付加製造法) と呼ばれている。3D プリンタでは、CAD データの形状を樹脂や金属粉末で容易に造形することができる。

モノづくりでインターネットを活用するためには、CAD データのファイルサイズを圧縮してファイル転送の高速化を実現する必要がある。Web3D は Web で 3 次元の形状を取り扱う用語である。Web ブラウザで CAD データを表示する Viewer が提供されると、3D-CAD を導入している部門以外でも CAD データを閲覧することができるようになり、CAD データの活用が進展した。

図 1.1 に、モノづくりのソフトウェアの構成を示す。図では、3D-CAD を中核に CAE, CAM, AM, CAT, Web3D で構成されている。

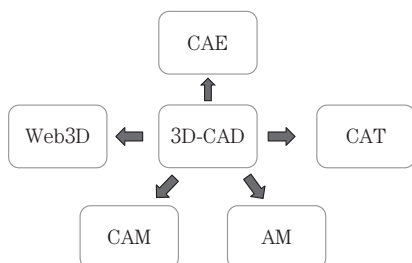
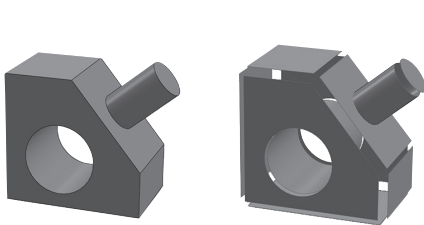


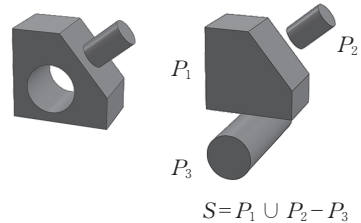
図 1.1 モノづくりのソフトウェアの構成

## 1.2 3次元の形状モデル

コンピュータで3次元の形状を取り扱うためには、形状を表現するモデルを考える必要がある。1973年の国際会議で3次元の形状モデルに関する発表が二つあった<sup>2),3)</sup>。一つはBUILDと呼ばれるシステム、もう一つはTIPS-1と呼ばれるシステムである。BUILDでは、**図 1.2**に示す**B-reps** (boundary representation) で立体を表現している。一方、TIPS-1では、**図 1.3**に示す**CSG** (constructive solid geometry) で立体を表現している。いずれも形状モデルはソリッドモデルである。3D-CADでは、ソリッドモデルのデータ構造にB-repsを、モデリングの機能にCSGの**集合演算** (Boolean operations) を用いている。



**図 1.2** B-repsによる立体表現



**図 1.3** CSGによる立体表現

**図 1.4**に、B-repsで表現したソリッドモデルのデータ構造を示す。このデータ構造は、**トポロジー** (topology) と呼ばれる図形要素の接続を示す情報と、**ジオメトリー** (geometry) と呼ばれる幾何学的な情報で構成されている。トポロジーの情報は、Bodyが複数のFaceで、Faceが複数のLoopで、Loopが複数のEdgeで、Edgeが始点と終点のVertexでそれぞれ構成されている。一方、ジオメトリーの情報は、Surfaceに曲面の式が、Curveに曲線の式が、Pointに座標値がそれぞれ定義される。B-repsによるFaceの表現はサーフェスモデルの表現と同じである。したがって、3D-CADではソリッドモデルとサーフェスモデルの両方の形状モデルを取り扱うことができる。

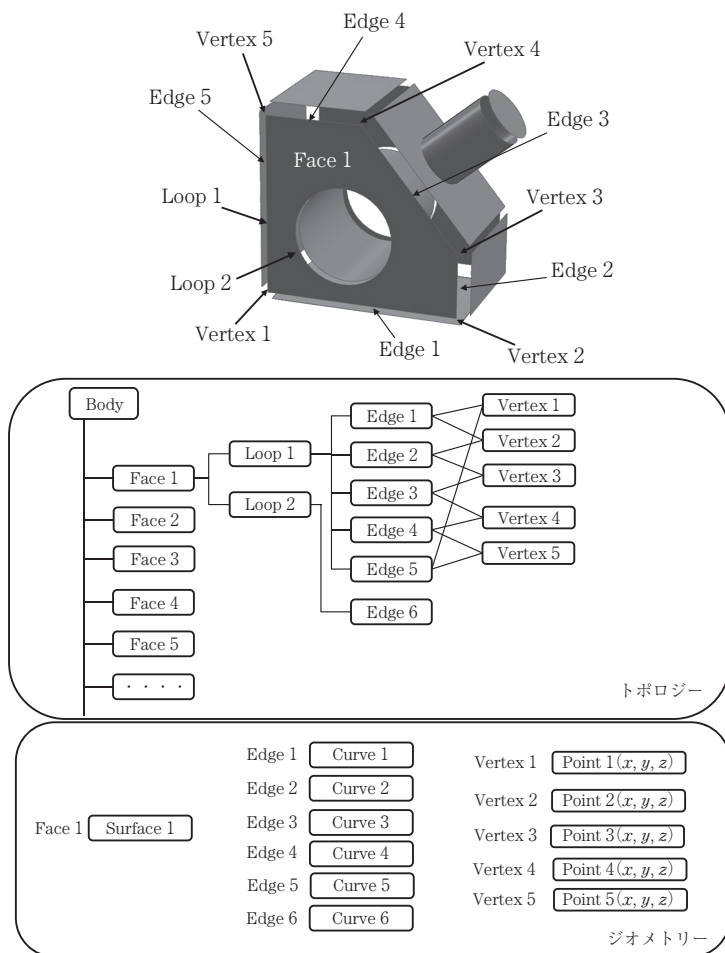


図 1.4 B-reps で表現したソリッドモデルのデータ構造

B-reps では、トポロジーとジオメトリーでソリッドモデルを表現しているので、コンピュータの記憶領域に保存するファイルの容量は大きくなるが、境界面を定義しているため自由曲面や局所的な変形が容易である。3次元形状は境界面で閉じた空間領域である。トポロジーで表現する B-reps では、図 1.5 に示すようなノンマニホールドと呼ばれる形状（点や線で接している形状）も表現することができる。これらの形状はモノづくりでは成立しないので、

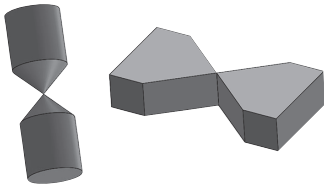


図 1.5 B-reps で表現したノンマニ  
ホールドの形状例

3D-CAD ではこのような形状が定義されないように検証している。また、形状以外の情報は**属性** (attribute) として形状モデルに保存している。Body や Face に色をつけると、色の情報がそれぞれの属性に保存される。

### 1.3 ソリッドモデルとサーフェスモデル

ソリッドから境界面の一つを削除すると、形状はソリッドとして成立しない。そのようなとき、3D-CAD ではソリッドモデルからサーフェスモデルに自動的に更新される。これを図 1.6 に示す三角柱と B-reps のデータ構造で説明する。図に示す三角柱は一つの Body と五つの Face で構成される。該当す

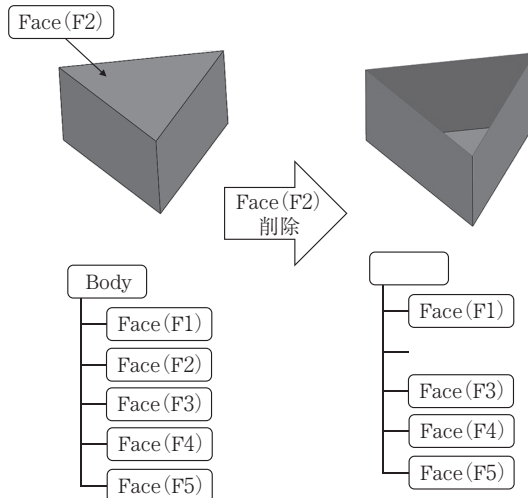


図 1.6 ソリッドモデルからサーフェスモデル  
への更新例



# 索引

|                 |          |            |        |            |     |
|-----------------|----------|------------|--------|------------|-----|
| <b>【あ】</b>      |          | 形状モデル      | 3      | <b>【せ】</b> |     |
| アセンブリデータ        | 6        | 結合         | 17     | 切削点        | 143 |
| アップカット          | 115      | <b>【こ】</b> |        | 切断 (分割)    | 13  |
| 穴加工             | 114, 127 | コイルばね      | 68     | 旋回軸        | 158 |
| アントリム           | 17       | 工具先端点制御    | 161    | <b>【そ】</b> |     |
| <b>【い】</b>      |          | 工具の中心の経路   | 126    | 属性         | 5   |
| 位置決め5軸加工        | 161      | 交線         | 19     | ソリッドモデル    | 5   |
| 移動・複写           | 14       | 勾配         | 13     | <b>【た】</b> |     |
| <b>【え】</b>      |          | こま形自在軸継手   | 57     | ダウンカット     | 115 |
| 円弧補間 (G02, G03) | 119      | 固有振動数      | 90     | 断面特性       | 76  |
| 延長              | 17       | 固有値解析      | 90     | 断面二次極モーメント | 76  |
| <b>【お】</b>      |          | コンピュータ数値制御 | 125    | 断面二次モーメント  | 73  |
| 応力解析            | 79       | <b>【さ】</b> |        | <b>【ち】</b> |     |
| 押出し             | 12       | 最大実体公差方式   | 104    | チェックアウト    | 177 |
| 押出しカット          | 13       | 最大実体実効寸法   | 104    | <b>【て】</b> |     |
| オフセット           | 13       | 最大実体状態     | 104    | データム       | 101 |
| <b>【か】</b>      |          | 最大実体寸法     | 104    | <b>【と】</b> |     |
| 回転              | 13       | 座金         | 56     | 投影線        | 19  |
| 回転カット           | 13       | サーフェスモデル   | 5      | 同時5軸加工     | 158 |
| カスプハイト          | 146      | 参照ジオメトリー   | 18, 41 | ドキュメント管理   | 177 |
| 合致              | 54       | <b>【し】</b> |        | トポロジー      | 3   |
| カム              | 67       | シェル        | 13     | トポロジー最適化手法 | 170 |
| 慣性モーメント         | 73       | ジオメトリー     | 3      | トリム        | 17  |
| <b>【き】</b>      |          | 軸受         | 57     | <b>【な】</b> |     |
| 幾何公差            | 101, 103 | 質量特性       | 73     | ナット        | 56  |
| 幾何拘束            | 32       | 集合演算       | 3      | <b>【に】</b> |     |
| 幾何特性仕様          | 2        | <b>【す】</b> |        | ニアネットシェイプ  | 173 |
| 機構解析            | 84       | スイープ       | 13     | <b>【は】</b> |     |
| 基準寸法            | 101      | 数値制御工作機械   | 1      | パーツデータ     | 6   |
| 機能ゲージ           | 104      | スクエアエンドミル  | 115    |            |     |
| 逆オフセット          | 149      | すぐばかさ歯車    | 65     |            |     |
| <b>【け】</b>      |          | スケール       | 13     |            |     |
| 傾斜軸             | 158      | スプライン曲線    | 18     |            |     |
|                 |          | 図面データ      | 6      |            |     |
|                 |          | 寸法公差       | 101    |            |     |

|             |     |            |     |            |         |
|-------------|-----|------------|-----|------------|---------|
| <b>【ひ】</b>  |     | <b>【み】</b> |     | ラティス構造     | 169     |
| 平歯車         | 62  | ミーゼス応力     | 80  | <b>【り】</b> |         |
| <b>【ふ】</b>  |     | <b>【め】</b> |     | リトラクト      | 144     |
| フィーチャ       | 19  | 面取り        | 13  | 流体解析       | 92      |
| フィレット       | 13  | <b>【も】</b> |     | 輪郭加工       | 114,130 |
| フォローワ       | 67  | モデリングの履歴   | 25  | リンク機構      | 84      |
| フランジ形たわみ軸継手 | 60  | <b>【ゆ】</b> |     | <b>【ろ】</b> |         |
| プーリアン演算     | 14  | 有限要素法      | 1   | ロフト        | 13      |
| プロファイル      | 31  | <b>【ら】</b> |     | <b>【わ】</b> |         |
| 分割          | 17  | ラジラスエンドミル  | 115 | ワーク座標系     | 122     |
| <b>【ほ】</b>  |     | ラック        | 64  |            |         |
| ポリゴンメッシュ    | 148 |            |     |            |         |
| ポルト         | 56  |            |     |            |         |

|            |       |            |     |             |     |
|------------|-------|------------|-----|-------------|-----|
| <b>【A】</b> |       | G01 (直線補間) | 117 | <b>【S】</b>  |     |
| AM         | 2,167 | G02        | 119 | SCM         | 183 |
| APT        | 1     | G03        | 119 | STEP        | 7   |
| <b>【B】</b> |       | G40        | 139 | STL         | 9   |
| BOM        | 181   | G41        | 139 | <b>【T】</b>  |     |
| B-reps     | 3     | G42        | 139 | TCPC        | 162 |
| <b>【C】</b> |       | G54        | 122 | <b>【V】</b>  |     |
| CAD        | 1     | G81        | 129 | VRML        | 9   |
| CAE        | 1     | G90        | 117 | <b>【W】</b>  |     |
| CAM        | 1     | G91        | 117 | Web3D       | 2   |
| CL         | 1,126 | GPS        | 2   | <b>【X】</b>  |     |
| CNC        | 125   | <b>【I】</b> |     | XVL         | 9   |
| CRM        | 184   | IGES       | 7   | <b>【Z】</b>  |     |
| CSG        | 3     | <b>【M】</b> |     | Zマップ        | 149 |
| <b>【D】</b> |       | M-BOM      | 182 | <b>【数字】</b> |     |
| DED        | 167   | MMC        | 104 | 3D-CAD      | 1,6 |
| DXF        | 9     | MMR        | 104 | 3D-XML      | 9   |
| <b>【E】</b> |       | MMS        | 104 | 3D 単独図      | 9   |
| E-BOM      | 182   | MMVS       | 104 | 3次元CAD      | 1   |
| <b>【F】</b> |       | <b>【N】</b> |     | 5軸加工        | 158 |
| FEM        | 1     | NC         | 1   |             |     |
| <b>【G】</b> |       | NURBS      | 9   |             |     |
| G00        | 119   | <b>【P】</b> |     |             |     |
|            |       | PBF        | 167 |             |     |
|            |       | PDM        | 7   |             |     |
|            |       | PLM        | 183 |             |     |

— 著者略歴 —

- 1977年 日本大学理工学部機械工学科卒業  
1977年 静岡県工業試験場研究員  
1991年 日本大学大学院理工学研究科博士後期課程修了（航空宇宙工学専攻）、工学博士  
1993年 東京都立工業高等専門学校助教授  
2000年 静岡文化芸術大学助教授  
2004年 静岡文化芸術大学教授  
2020年 静岡文化芸術大学名誉教授

CAD/CAM

CAD/CAM

© Tatsuya Mochizuki 2021

2021年4月30日 初版第1刷発行

検印省略

著者 望 月 達 也  
発行者 株式会社 コロナ社  
代表者 牛来真也  
印刷所 新日本印刷株式会社  
製本所 有限会社 愛千製本所

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 978-4-339-04478-2 C3353 Printed in Japan

(大井)



JCOPY < 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 03-3513-6969, FAX 03-3513-6979, 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。