
第 1 章	設計に必要な知識とモデル
-------	--------------

設計とは、人が頭の中で考えたものを実際のモノの形にするために、そのモノについてのすべての情報を作り出すことである。本書では、設計に要求される機能の視点から、その情報を作り出すために必要な知識を取り出して使えるように記述してある。特に、設計者が頭の中でイメージする**物理現象モデル**、つまり、モノの振る舞いの具体的なメカニズムが、設計知識の根底にあるべきだという基本的な考えに基づいて、本章の各章について内容を記述した。

本章では、知識とモデルを獲得することの意義と各章の具体的な活用方法について解説する。

1.1 本書の特徴と使い方 ～要求機能から設計知識を理解する～

本書では実際の設計現場において、より良い製品を設計するために、そのまま使える基礎的かつ実用的な知識を各章に収録した。本書の最大の特徴は、設計に必要な基本要素を、どのような要求機能を満たすものかという視点から解説している点である。これにより、設計者が顧客の要求を満たすための知識を、自然な頭の使い方理解し活用できるようになっている。

図 1.1 に示すように、設計とは、顧客つまり製品の使用者に便益をもたらすための要求機能を機能要素に展開し、それを実現するための機構要素を決定し、製品全体の構造を決めて、後工程に伝えるための情報をつくることである。

そのため、設計者には、この**機能要素を実現するための機構要素の形状や材**

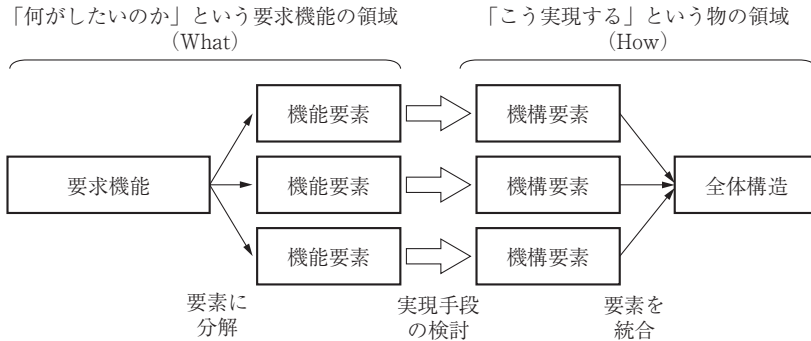


図 1.1 創造的な設計に必要な思考展開の基本原理

質にはどんな選択肢があるか、それらの選択肢には、どんな長所や短所、制約があるか、機構要素を組み合わせた製品全体を、どのような要件で検討すればよいかといった知識が必要になる。通常、こういった知識を得るためには、ベテラン設計者への質問や、便覧・書籍・Webでの調査や、社内文書（図面、試験データ、過去トラブル集等）の検索を行うことが一般的である。しかし現実には、ノウハウを持った設計者が周囲にいない、自分で調べたいが厳しい開発日程の中で時間が取れない、社内文書が膨大なうえに整理されていないため欲しい知識を探し出せない、という状況が多いのではないだろうか。そこで、本書にはメカ・エレキ・ソフトから構成される機械システム的设计に必要な基礎的知識を1冊にまとめた。具体的には、設計を進めていく中で必要になった情報を本書から探すという使い方や、章ごとに熟読して、設計に必要な基礎的要素とその本質的な特性を頭に入れておくという使い方を想定して、当研究会メンバーで蓄積してきた知識を各章に収録している。

1.2 各章の内容と活用方法 ～機械システム設計に必要な要素とは～

以下では、各章に収録した知識の活用方法を具体的なイメージと共に理解す

るために、図 1.2 に示すようなプレス機の事例で説明を進めよう。まず構想設計の段階では、**スライドを下降させて加圧する**という製品全体の要求機能を展開して、複数の基本機能、例えば、**モータの回転運動をスライドの往復運動に変換する機能**、さらに複数の機能要素、例えば、**十分な加圧力を発生させる機能**に展開する（機能展開の詳細な方法論は、『実際の設計 改定新版 機械設計の考え方と方法』の3章と4章を参照されたい）。

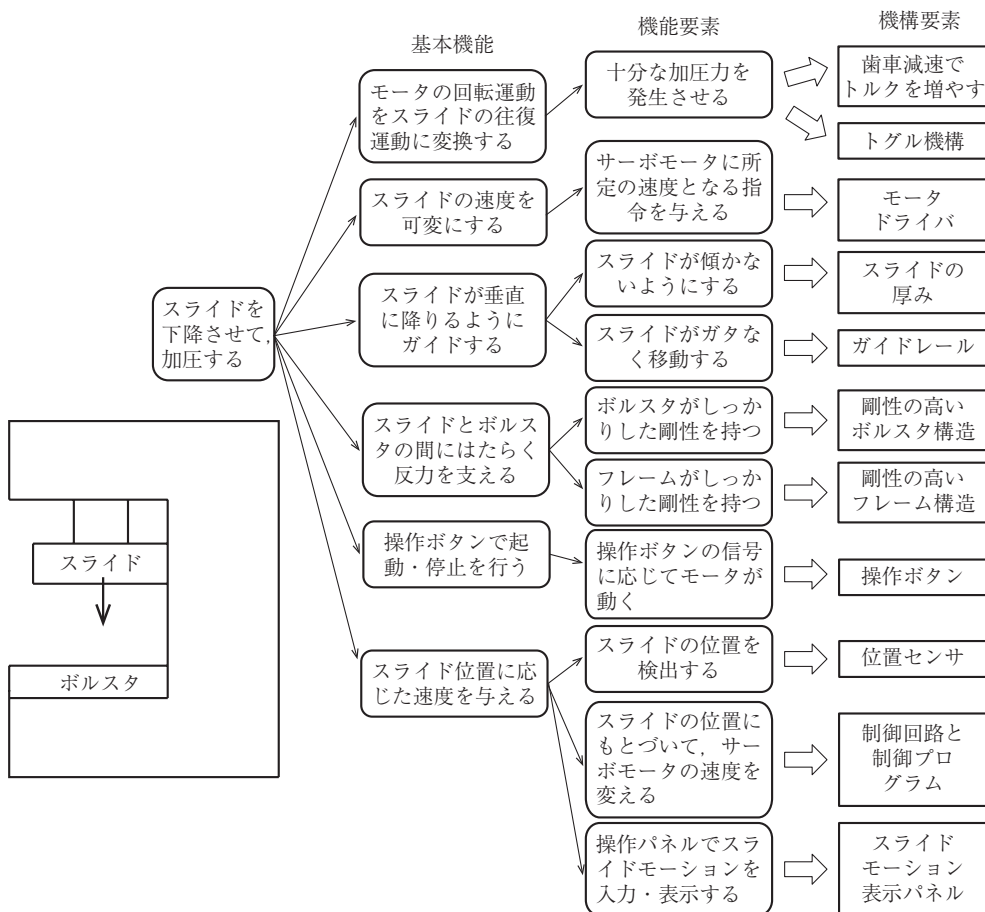


図 1.2 機能要素から機構要素を検討する具体例

次は、これらの機能要素を実現するための機構要素と機械全体の構造を具体的に決めていく段階である。ここで、各機能要素を実現するための機構要素には複数の選択肢があり、要求される性能を満たすか、制約条件をクリアするか、といった複数の要件を満たす機構要素を選択することが重要である。

まず、機械全体や部分的な機構について、それぞれの形状を決める必要がある。「2章 形状と寸法」では、力を支える、流体を閉じ込める、力を伝える、などの機能を実現するための基本的な形状が解説してある。2章の知識により、プレス機の例では、**スライドがガタなく移動する**という機能を実現するために、各種の溝形状から成る**ガイドレール**という機構が選定される。

次に、機械全体の強さの検討が必要である。「3章 強さ」では、**使用による荷重で破壊しない、荷重によるひずみで所要の精度が損なわれない、繰り返し荷重による共振で破壊しない**といった、強さに関する要求を満たすための基礎的な設計計算式を、できるだけ平易な例で解説している。3章の知識により、プレス機の例では、想定荷重からフレーム構造やボルスタの材質と寸法が求められる。

次に、材料の選定が必要となる。3章では基本的な強さを決めるために、主にヤング率（縦弾性係数）等の材料の基本的な機械的特性のみを検討した。しかし、実際の機械を設計するためには、材料の加工特性、熱処理特性や、熱特性（熱伝導率等）、さらには耐久性（耐摩耗性、耐腐食性等）まで、多岐にわたる要件について検討が必要である。「4章 材料」では、機械使用上の要求、製造上の要求の視点から、一般的な鉄系材料、非鉄金属材料の具体的な選択肢と選択方法を解説している。プレス機では、例えば、耐摩耗性が必要なトグル機構にはSCM435の焼入れ材が選定される。

ここまでで、機械の強さが考慮された形状・材質が決定されるが、次に、機械の製作法の検討が必要である。できあがった状態では十分な機能・性能を満たす設計でも、製作できなければ世に送り出すことはできない。「5章 製作法」では、機械部品の形状を実現するための基本的な加工方法と、部品の表面に機能を持たせるための表面処理方法について解説している。プレス機の例では、

例えば「フレーム構造は鉄板を溶接して作る」、「精度が必要な他部品との合わせ平面はエンドミルを用いて切削加工する」といったことが、すべての部品において決定される。ただし、一通りの材質と形状が決まった後に製作法を検討しては、手戻りが多すぎて期間やコストが合わなくなるので、実際の設計では、設計者は、本章に記載されている基本的な加工方法・加工機の姿・工具を把握したうえで、設計にあたる必要がある。

ここまでの内容は、欲しい要求機能に対してゼロから形状を設計し、製作法を検討するための知識であったが、実際には、機能・信頼性の確立された既存の機械要素を組み合わせることで期間・コスト・品質を最適化することが必要である。「6章 機械要素」では、ねじ・軸受・歯車・ばねといった基本的な部品について、どのような機能を満たすかという視点から具体的な使い方までが解説してある。例えば、ねじについては、用途に応じてどのような形状・材質のねじを選択すればよいか、締付力はどのように設計すればよいか、締め付けられる部品側はどのような形状に設計すればよいか、締付工具はどのようなものを使えばよいか、など具体的に知っておくべき知識を網羅的に解説している。

ここまでは、メカ領域について、設計の進め方と、知識の活用方法を解説した。この段階までくると図 1.3 に示すような具体的な機械の姿が明らかになる。読者には、**もっと早いページでこの図を提示してくれれば、ここまでの解説がわかりやすかったの**にと思われるかもしれない。しかし、実際に新しいものを設計する際には、図 1.2 程度のほとんど情報がない状態から、本書の各章にある知識を駆使しながら、設計者自身の想像と検討で具体的な姿をつくりだす。それを体感してもらうために、あえてこのページで初めて図 1.3 を紹介している。

さて、次に検討が必要なのが電気要素である。「7章 電気要素」では、動力に関わる電気部品と配線について、基本的な要素と選定方法について解説している。プレス機では、例えば、動力源のモータを選ぶ際に、負荷トルク・回転数・耐久性・制御性等の要求から、どんな種類のモータを選定すれば良いかという知識を解説している。センサ・コネクタ等の基本的な電気要素についても

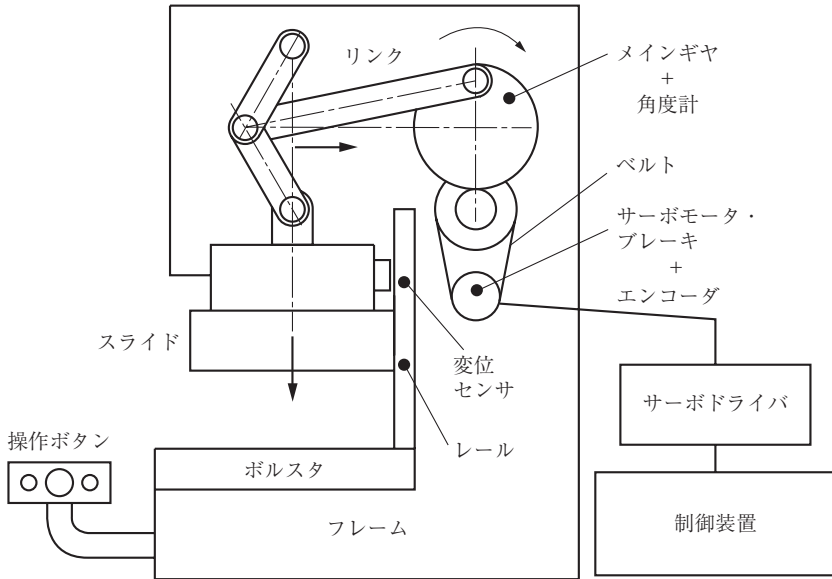


図 1.3 メカニカルサーボプレスの基本構成

同様の解説を記載している。

「8章 エレクトロニクス」では、より高度な制御をするための、エレクトロニクスについて解説している。本書は、大半の読者をメカ設計者と想定しているが、メカ設計者が電気・電子要素について従来よりも深く理解できることを目的としている。冒頭では基本的な電気の法則について平易に解説したうえで、基本的な電子素子からアナログ回路・デジタル回路（マイコンから専用基板まで）までを、使う側の要求の順で解説してある。プレス機の例では、精度良く被加工物をプレスするために変位センサ（場合によっては力センサ）からのフィードバック系を組んで制御することなどが考えられる。

「9章 システムとソフトウェア」では、メカ要素から7章の「電気要素」、8章の「エレクトロニクス」までを前提としたうえで、人間の判断を自動化したり、人間にはできない精緻な制御を行うための、機械システムと組み込みソフトウェアについての知識を解説している。冒頭では、メカ・エレキ・ソフトの要