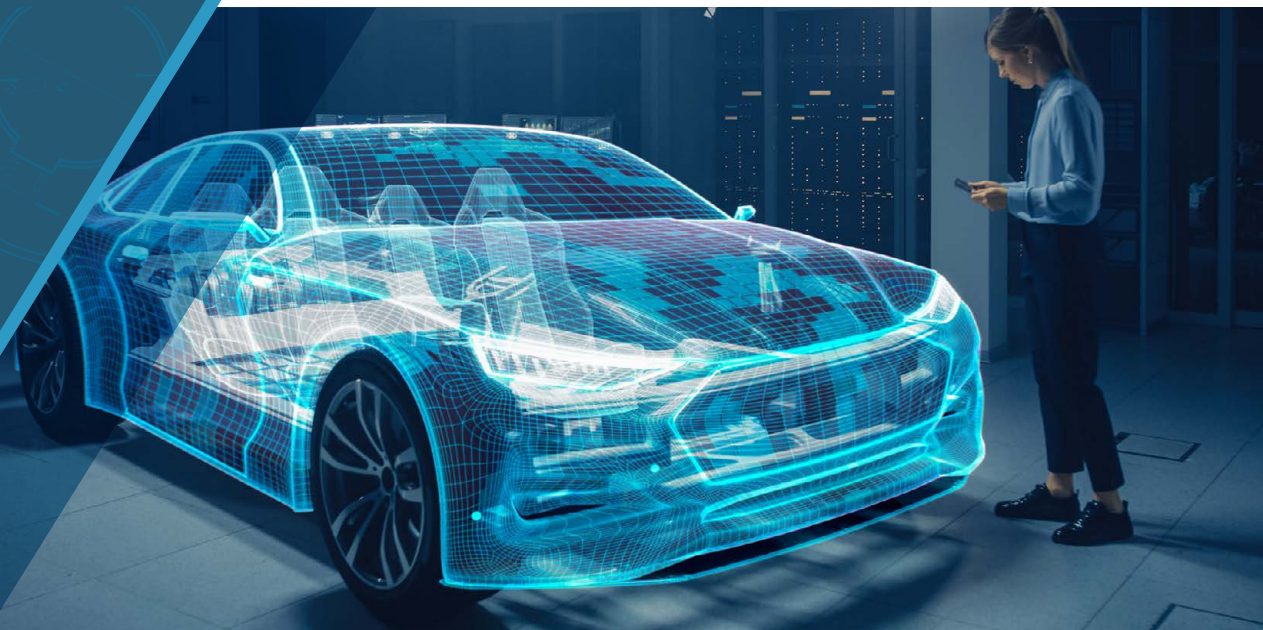


自動車・輸送業界のための 製造性考慮設計・実践ガイド

始めましょう



A technical drawing of a mechanical part, likely a flange or a similar component, is shown in the background. It features various dimensions and tolerances, such as $120^{\circ} \pm 20'$, $60^{\circ} \pm 20'$, $R_{a} 125$, 10 ± 0.1 , 28 ± 0.1 , and 6 . The drawing is rendered in a light blue color on a white background.

本資料では、製造性考慮設計 (DFM) の概要を説明します。製品の設計初期段階にミスが混入すると、製造工程の複雑化や遅延につながる可能性があり、コストもかかります。DFMは、このようなミスを避けるために自動車／輸送業界の設計者や技術者が使用できる非常に重要な手法です。

はじめに、DFMとは何かを定義し、続いて製造業におけるその重要性を説明したうえで、その基本的な原則の概要をご紹介します。
最後に、製造性考慮設計の実例もご紹介します。

製造性考慮設計の基本

製造性の定義：製造性とは

製造性とは、製品の設計、コスト、流通の要件に応じて、設計者がどの程度製品を効率的に製造することができるかという度合いを意味します。

したがって、製造性における問題が発生するのは、主に次のどちらか一方あるいは両方であると考えられます。



全体的な製造可能性

指定した要件では製造できない設計。



コスト超過

製造性は、深刻かつ多面的な問題をはらんでいます。製品の設計が完了するとその製品に必要な製造工程が事実上確定するため、理想としては製品設計者が設計中に製造原価をモデリングする必要があります。



定義：製造性考慮設計とは

製造性考慮設計とは、製品の形状、フィット感、機能の要求に応じて、製造容易性とコストを最適化するように製品を設計する手法です。

「製造工程」といっても非常に多岐にわたります。例えば、製造性に効果的な設計を検討する時、成形部品の冷却時間から選択する材料や機械の種類まで製品ごとにまったく異なる分析が必要になることがあります。

製造性考慮設計の応用

DFMの具体的な応用方法は、製造工程と同じく多岐にわたります。

[後ほど、具体的な事例をご紹介します。](#)DFMでは次のような高度なタスクに対処できます。

- 代替の設計方法と比較し、製造性における問題が少なく、製造コストが最も安価な案を見極める
- ムダな製造工程が発生する設計の特徴を特定する
- 特定の設計に関して、サプライチェーンのパートナー企業からの入札が予想以上に高額となった理由を明らかにする
- 製品ライフサイクルの後半で製造工程における問題が表面化することを避け、一刻を争う製品の生産性を維持

DFMモデリングは、膨大な数の製造工程と複雑な原価発生要因があるため、これまで分析上非常に困難な課題がありました。しかし今では、デジタル製造シミュレーションツールによりその課題に対処し、製品設計部門はこれまで計算上難しかったと思われるレベルまでDFMモデリングを可能にしています。

これまでの製造性考慮設計

これまでの製品設計でも、少なくとも製造方法についてはある程度の注意を払ってきました。しかし、今日の製造性考慮設計は、これまでとは全く異なった定式化した分析手法を用いています。

これまでの製造性考慮設計では

- **試行錯誤に頼っていた**：試験的に生産ラインを増強する場合を除いて、メーカーが適切に製造工程をモデル化する能力は限られていました。3D プリンターが主流になり、この 3～5 年の間にこの限界が進化したことで改善されたものの、未だ時間とコストはかかっています。
- **過去の経験に頼ることが多かった**：デジタル製造シミュレーションの普及以前は、過去の実績と比較していました。製造性においてそれだけが信頼できるデータソースだったからです。
- **暫定的な計算に限定されていた**：表計算ソフトなどのツールは、単純な製造性の計算には役立ちます。しかし、設計、製造工程、コスト構造の複雑に絡み合う相互の関係を分析できるメカニズムはほとんど備えていません。

- **設計部門と製造部門が別組織になっていた**：設計段階で製造に関するパラメータの多くが事実上確定してしまうため、設計と製造の技術者の職責が完全に分かれる場合、大きな問題につながります。

今日では、DFM分析に向けた強力な新しいソフトウェアツールができ、製造性における問題を包括的に理解して設計段階に取り入れることができるようになりました。

[このソフトウェアと機能の詳細を以下に述べます。](#)

2

DFMの主な利点

ロバストなDFM戦略がなければ、製品が設計から製造工程に移行してから製造性における問題が明らかになるというリスクがあります。

適切なDFMツールを使用すれば、製品の設計中に製造性における問題を特定し、新製品開発時のリスクを大幅に軽減することができます。

もっとも強力である製造性考慮設計ツールは、製造性における問題について警告するだけでなく、その問題を解決するための**実行可能な提案**を行います。比較的簡単な設計上の微調整を行うだけで、潜在的な問題を回避できることが多くあります。

既存の製品に関しては、具体的に製造工程の最適化を図ることで、設計の形状やフィット感、機能にそれほど影響せず**コストを削減できる可能性**があります。

製造性考慮設計を最適化することで、**生産や流通のタイムラインを短縮することができます**。設計は自社で行い製造を外注している場合、高度なDFM分析機能を活用すれば、**製品開発期間を短縮することができます**。各設計でサプライヤーからの見積もりや製造性に関するフィードバックを待つのではなく、技術者自身が社内で製造性を分析することができるからです。

しかし、製造性考慮設計は、製品コストを最適化するパズルの一部分にすぎません。[コスト削減についての詳細は、こちらのホワイトペーパーをご覧ください。](#)





DFMの活用性

製造性考慮設計は、各企業の組織編制に応じてさまざまな部署で柔軟に活用していただくことができます。

- 新製品を開発する企業では、**設計者や技術者**がDFMツールや手法を活用し、事前に製造性に関する問題やコスト超過を防ぐことができます。
- **原価企画(コストエンジニアリング)担当者**は、DFM分析を現行の製品に適用し、製造性に基づくコスト削減の箇所を特定することができます。

製造性考慮設計 (DFM) と 組立性考慮設計 (DFA)

製造性考慮設計は、密接に関連した概念である組立性考慮設計とは区別した方が良いでしょう。

組立性考慮設計とは、修理やメンテナンスのために製品の組み立てや分解を簡単に行えることを最大限に考慮して設計することです。

組立性考慮設計では、「使用する部品の総数を最小限に抑える」「部品を簡単に挿入できるようにする」「組立に必要な動作を単純な繰り返し動作に限定する」といった原則が重視されます。

組立性考慮設計は、板金加工、プラスチック成形、鋳造、機械加工等の製造工程を対象とする製造性考慮設計よりもはるかに具体的なアプローチです。



3

製造性考慮設計のガイドライン：重要な原則

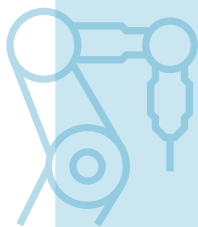
製造性考慮設計において最も重要な基本的概念を紹介します。

この原則に共通していることは、製造性における問題を設計上の判断に結びつけるには、相応の分析力が必要だということです。

ひとつひとつの設計上の判断が製造上のニーズ全体にどのように影響するのか。これを理解するためには、設計段階で3D CADファイル等をインプットして、さまざまな製造工程を実際にシミュレーションできるツールが必要です。以下に述べる原則は良いスタートとなりますが、DFMの中心にある分析上の問題を解決する鍵となるのが、デジタル製造シミュレーションなのです。



重要な原則



製造工程の選択

製造工程の選択は、製品の全体的なコスト構造に大きく影響します。機能設計の要件では、異なる部品設計を検討している場合、複数の製造方法を検討する余地が残されていることがあります。DFM戦略を完全に合理化するには、複数の基準でこれらの選択肢をモデル化する力が必要です。例えば、ある製造方法を採用した場合、1個当たりのコストがわずかに安価になったとしても、その製造工程における利益をはるかに上回るコストが発生する、といった可能性も考えられます。



製造の実際に即した設計の選択

設計者は、一見何の問題もないように見えても製造ラインに大きな影響のある選択をしてしまうことがあります。例えば、成形品の厚さを(不要な変更だがおそらく美観的な理由で)変えたばかりに、部品の冷却時間が劇的に増加するといったケースです。ロバストなDFM戦略には、設計上の選択が製造性における問題につながることを設計者が理解できるツールが不可欠です。



スマート／モジュール化された部品の採用

既製の部品(またはすでに他の製品用として製造されている部品)を採用すれば、全体的な機能を損なわずに製造性を大幅に向上させることができます。適切なDFMツールでは、既製品とカスタムメイドの部品の製造性/コストへの影響を同一条件で比較することができます。

重要な原則



要件に応じた許容範囲と仕様

機能的なニーズに対してオーバースペックな(または大雑把過ぎる)素形材は、製造工程で必要以上にコストがかかる場合があります。理想的には、DFMツールを活用すれば、機能の要件やコスト目標に合った素形材の仕様を最適化することができます。



金型の重要性

単価がそれほど高くない部品でも、まったく別の金型を使用する場合や別の生産ラインが必要になれば製造工程は劇的に複雑になります。しっかりとしたDFMアプローチには、さまざまな設計に応じて必要となる金型の総コストを見積もることが求められます。例えば、製品を別の生産ラインに移行する必要性がなくなるのであれば、多少高価な部品でも最適となる可能性があります。



コンプライアンス／テスト

規制機関が品質管理を管轄している多くの業界では、コンプライアンスに加え、さまざまな設計案をテストするための直接費を、より幅広い製造性にとって不可欠な要素とみなさなければなりません。

4

製造工程の効率化、そしてその先へ： ビジネススピードに合わせたコストの可視化

製造性考慮設計に関する戦略は、コスト構造をより包括的に理解して製品設計に反映させる、現代のさまざまな手法と密接に関連しています。

例えば、工程固有の製造性分析を迅速に行うことができるシミュレーションの中には、かつてないほど高い精度を持つ製造原価モデルを提供するものもあります。

包括的なデジタル製造シミュレーションを活用したソリューションが、緻密な製造原価モデルをかつてないほど素早く提供する仕組みについては、こちらのホワイトペーパーをご覧ください。



5

製造性考慮設計を導入するための3つのステップ

1 設計の初期段階でDFM分析を取り入れる： 設計過程での検討が早いほど、多くの変更が可能となります。例えば、金型の製作が開始されてしまった後の段階では再設計の検討条件が限られてしまいます。

DFMのあらゆるメリットを効果的に引き出すには、集約的な分析を要しますが、どの分析も製品の設計段階で行うのが最も効果的です。イノベーションを止めず、製品開発期間に影響せずにこの詳細な分析を行うには、適切なソフトウェアが不可欠です。

2 共同で製品開発する機会を見極める： 社内で製造を行っている場合、DFMモデリングを設計と製造の技術者が協力して活用していく必要があります。製造の専門家が設計者と直接協力し、手元にある製造リソースと課せられた制約に対して最適な設計を選んでいかなければなりません。同様に、サプライヤーと協力して新製品の設計を製造する場合は、DFMは設計と製造の技術者間の橋渡しの役割を担い、製品ライフサイクルの初期段階で製造性の問題を特定し排除します。先発メーカーが製品の製造を他の国や時差のある地域、言語の壁があるサプライチェーンパートナーに委託することが増えたため、このような建設的なコラボレーションはさらに重要になっています。

デジタル製造シミュレーションを基にしたDFM分析を活用することで新しい設計のレビューやマークアップが容易になるため、5年前には不可能だった方法で関係者が協力できるようになりました。

3 製造原価モデルを幅広いコスト戦略に統合する：

製造性を設計段階で効果的に分析することは非常に難しいのですが、製品のコスト構造に決定的な影響を与える要因は製造性だけではありません。製品の重量やサイズ、材料の使用率やスクラップ、金型費、人件費、間接費等、さまざまな問題が製品のコスト構造に大きく影響します(製造性とも密接に関連します)。

[製品コスト管理の戦略的アプローチに関するより幅広い解説はこちらのホワイトペーパーをご覧ください。](#)

6

製造性考慮設計の実例

製造性考慮設計の実例を3つご紹介します。

aPrioriのデジタル製造シミュレーションソフトウェアを使用し、設計工程により優れた製造可能性モデリング機能を導入した実際のクライアント企業です。[製造性考慮設計ソフトウェアの選択に関しては、以下で詳しく説明しています。](#)

Rafael社、DFMを活用して コスト削減と調達の改善を実現

イスラエルの航空宇宙企業、Rafael社は、DFM分析を含む企業向けデジタル製造シミュレーションソフトウェアとしてaPrioriを活用しています。同社は、商品が入札に至らなかった原因について悩み、aPrioriでその部品を分析することにしました。

aPrioriの分析結果では、加工プロセスのアンダーカットは標準的な製造ではほぼ不可能でした。その部品には、ほとんどアンダーカットになる設計がされており、これをなくすことで50%以上のコスト削減が可能になりました。新設計ははるかにコスト効率が高く、潜在的なサプライヤーからも多くの入札を獲得しました。

[Rafael社の成功事例の詳細は、こちらの動画で紹介しています。](#)



Honeywell Aerospace社、 広範なコスト管理戦略の一環としてDFMを活用

DFMシミュレーションは、広範なコスト管理キャンペーンの一環として導入すると、さらに価値が高まります。航空機エンジン、航空電子工学、その他関連システムのグローバルメーカー、ハネウェル・エアロスペース社はその良い一例です。

こちらの動画では、ハネウェル社があるべきコスト(Should-Cost)分析、サプライヤー交渉、製造性分析等にaPrioriを活用している実例をご覧ください。同社のエンジニアが重要な再設計作業を進める中、潜在的な製造上の問題をすぐに発見しました。問題点を排除すると、同部品はこれまで以上に見積もりに近い入札を得ることができました。



CNHi社、104個の独自部品をaPrioriで査定し、 年間210万ドルのコスト削減を実現

CNHインダストリアル社エンジニアリングマネージャ、トラビス・オームス(Travis Ohms)氏がaPrioriのコストインサイトカンファレンスでコスト分析に関して明らかにしました。

その一例で、設計や製造性、サプライヤーへの外注見積もりで改善の余地がある部品やコンポーネントを特定するためaPrioriとカスタマイズしたデジタルツインを用いて104個の独自部品を査定した結果、アセンブリごとに1,207ドル、年間で約210万ドルのコスト削減を実現しました。



製造性考慮設計ソフトウェアを選ぶ時のポイント

製造性考慮設計ソフトウェアがその効果を最大限に発揮するには、さまざまな製造工程に対応できる高度な分析機能だけでなく、その分析結果を設計者にリアルタイムで提供し、設計者がさまざまな設計案による各製造シナリオの影響を迅速に検討できなければなりません。

速く、使いやすいDFMソフトウェアを

**設計段階で製造分析を行うには、
非常に速くかつ使いやすいソフトウェアが必要です。**

aPrioriの場合、DFMモデリングの工程は3D CADモデルを分析して「デジタルツイン」を生成するところからスタートします。つぎに、生産量、製造工程、製造場所といった基本情報を入力すると、「デジタルファクトリー」で製造シミュレーションを行い、数秒で製造性とコストが生成されます。製造シミュレーションを迅速に行うだけでなく、分析結果も分かりやすくなければなりません。潜在的な製造性における問題を明らかにするには、グラフ等を用いたビジュアルで、改善すべき領域をピンポイントで示す必要があります。

例えば、サイクルタイムが異常に長くなっている機械加工があるなら、直ちに特定されるべきです。その時間の長さには正当な理由があるかもしれませんが、設計上の欠陥が見つかるかもしれません。その場合は修正することによって製造工程が劇的に短縮し、その結果コストが削減できるかもしれません。

DFMソフトウェアには、重要な製造工程に対応できるシミュレーション機能が必須

DFMに関する深い洞察を得るためには、詳細なデジタル製造シミュレーションに代わるものではありません。このシミュレーションは幅広く潜在的な製造工程を対象としているため、デジタルファクトリーではほぼすべての設計案をモデル化することができます。

aPrioriがサポートしている代表的な製造工程は次の通りです。

- ✓ 板金(ソフトツール／スタンピング／ダイスタンピング／ハイドロフォーミング)
- ✓ 押出成形
- ✓ ワイヤーハーネス & PCBアセンブリ
- ✓ 鋳造(ダイカスト／砂型鋳造)
- ✓ 溶接 & その他接合／組立工程
- ✓ プラスチック成形
- ✓ 熱処理 & 表面処理
- ✓ 機械加工(フライス加工／旋盤加工／研削加工)

aPrioriで利用できるモデルの一覧は、こちらの[データシート](#)をダウンロードしてご覧ください。

DFMソフトウェアで得られる貴重な洞察を最大限に活用するには、コストを意識しながら最終製品をイメージするエンジニアリングという考え方にシフトする必要があります。エンジニアは機能性と信頼性を第一に考えるよう訓練されており、設計段階でのDFMモデリングはより複雑な分析を必要とします。

最もインパクトのある見積もりを生み出すためには、製品を一から考え直す姿勢が必要です。

地域データライブラリの概要については、こちらの[データシート](#)をダウンロードしてご覧ください。

まとめ：DFM戦略の効果を最大化するには、正しいソフトウェアの選択が不可欠

ご紹介してきた通り、**設計で製造性を正しく理解するためには分析力が必要**で、その分析力こそ、製品開発期間の短縮、設計部門と製造部門のこれまでにない協力関係、そして最終的には可能な限りコスト競争力のある製品を生み出すといった、多面的なビジネスにとっての価値をもたらします。

この分析であらゆる可能性を検討するためにも、DFMソフトウェアは、生産、労働、流通にいたるまで製造性への影響を見積もることができる包括的なソフトウェアであるべきです。

しかし、いかに包括的な分析であっても、スピード感を持ってコンカレント設計に活用しなければ、ご紹介してきたようなメリットは生まれません。

だからこそ、適切なDFMツールキットを選択することが非常に重要なのです。

ビジネスに合ったソフトウェアの選択に役立つ詳細ガイドをご希望の方のために、購入をご検討中の方が最適なソフトをお選びいただける資料をご用意しております。

[デジタル製造シミュレーションソフトウェア導入時のポイントに関する記事をご覧になりたい方は、こちらをクリックしてください。](#)



aPrioriは、より良い製造業の未来のために 実用的なCOST INSIGHTを提供します

aPrioriは、デジタル製造シミュレーションソフトウェアの
リーディングカンパニーです。

デジタルツインとデジタルファクトリーを活用し、
DFM(製造性考慮設計)とDTC (デザイン・ツー・コスト)に関
する洞察を可能にします。メーカーによる製品開発工程
全体にわたる連携、設計、製造、調達における優れた意
思決定を促すことで、価値の高い製品を短期間で生み
出すサポートをいたします。

APRIORI.COMはこちら

