



シミュレーションドリブン製品開発

要求仕様を満足するデザインにするには・・・

2009年7月

目次

要約.....	2
実行法.....	2
製品仕様決定とツール	2
構想設計.....	3
CAD による詳細設計	3
その仕事に適したツールとは.....	4
従来手法の変更への挑戦	4
結び.....	5
コラム：シミュレーション主導型の製品開発フロー	6
1. 重いものを載せる棚	6
2. デザインする場所 “Space Claim”	6
3. 属性が決まれば、初期設計を始める	7
4. 詳細設計.....	7
5. 詳細デザインの検証	7
著者紹介	8
SPACECLAIM について.....	8

「我々は皆、ケリー・ジョンソンに教えを受けており、外見の美しい航空機は美しく飛ばすはずだという、彼の主張を熱狂的に信じていた」 - ベン・R・リッチ, Skunk Works社

要約

伝統的な設計工程は、要求仕様を満たすまで設計・検証・試作の繰返しだった。このワークフローはCADやCAEが出現する以前からあったが、多くの設計者はこれを継承した。シミュレーション技術は初期段階で、試作・実験工数を削減することに貢献したが、現在では、単にCADモデル検証の域を超えた役割を担い、当たり前のこととして物理法則を織り込んだ製品設計がなされている。

如何にして、シミュレーション主導の製品開発に移行することができるだろうか。設計工程を改善する鍵は上流工程で大規模な変更が許容できるかどうかである。CADによる詳細設計に入る前に、複雑な設計変数の最適化を図り、エンジニアはできるだけ早く最適解を見つけるように努力しなければならない。伝統的な設計-試作の繰返し手法では、エンジニアは大胆な発想転換ができず保守的になる。CADによる詳細設計の前に十分な設計検証がされず、設計の後工程で大きな変更を余儀なくされた場合、問題が大きくなり、莫大なコストが掛ることになる。

最近まで、シミュレーションに必要な3次元モデルは設計者がCADモデルを完成させるまで存在せず、それ故、シミュレーションのタイミングが遅れることとなった。この卵が先か鶏が先かのような依存関係を断ち切るために、エンジニアは詳細設計と生産準備の前の構想設計のために低コストで初期設計可能なツールを採用し始めている。初期設計の段階でも、以前から専門的、高付加価値製品の設計では、構想設計エンジニアのニーズに応えるために高価なCAD専門家に投資しつつCADで行っていたメーカーもある。しかし、一般的なメーカーでは、構想設計工程へのCAD人員の投資はコスト的にも時間的にも採算が合わなかった。

上流工程でのシミュレーションを成功、普及させるためには、エンジニアがいつでも使用でき、強力で、導入し易い3次元ツールが必要だ。ほとんどのメーカーは伝統的な詳細設計用のCADシステムが高価でエンジニアにとって扱いが煩雑であることを自覚している。しかし、ダイレクトモデリングによる3次元ツールはすべてのエンジニアが実用的に使用できる環境を提供する。デザイン編集能力に限界のあるヒストリー型CADシステムと異なって、最新のダイレクトモデリングツールは、上流工程でエンジニアの創造性を容易に製品へ反映できる。ダイレクトモデリングツールは、詳細設計の前に、エンジニアが最適なアプローチを発見するのを助けることができる。

実行法

シミュレーション主導型の製品設計工程は、製品仕様の決定、構想設計、詳細設計の3段階に分けることができる。業種・業態により内容は異なるが、各段階ではそれぞれに適した技能とツールが必要となる。

製品仕様決定とツール

仕様決定段階では、エンジニアは性能基準を決定するために、市場調査、財務、販売、

消費者ニーズを考慮する必要がある。多くのプロジェクトでは、これらの性能基準を顧客との契約条項としたり、市場需要を満たすための重要な項目として扱う。シミュレーション主導型の工程では、製品コストを決定するためのこれらの評価指標を設計サイクルの早い段階で検討できるため、提案時、契約時以前でも、メーカーは製品の収益性・納期を確実なものとするができる。工程通り出荷できることで、アップフロント・シミュレーションでは、予算超過がなく、タイムリーな製品リリースが可能になる。

評価指標により、エンジニアは製品の性能評価ができ、品質を確かなものとし、設計改善のガイドラインを準備する仮想的な検証が可能となる。明確な評価指標を用いることで、エンジニアは当初より、全工程の解決すべき課題を把握することができる。また、エンジニアは設計チームにとって有用なCAEツール、例えば、構造、機構、電磁、流体、マルチフィジックスなどを選定することが可能になる。設計工程が進むと、エンジニアは方針に自信を深め、評価指標に対応して更に最適化を図ることができる。

構想設計

初期設計段階の目的は、可能な限り最終デザインに近づけるため不確かな部分を取り除き、その結果としての初期設計モデルを準備することである。そして、そのモデルがCADおよび製造準備過程の役に立つことになる。構成部品のラフな形状に加えて、この段階では、材料、要求される製造工程と、結果として、原価見積、質量、リードタイムの情報を確定すべきである。

過去においては、ほとんどの初期設計は紙、ホワイトボードや2次元CADで行われ、予備シミュレーションはEXCELかMATLABなどの手持ちのツールでなされてきた。設計と解析は分離され、重要な情報はスムーズに渡らず、結果として、トレースが難しく、問題箇所が分かり難かった。最新の複合物理や複合領域、抽象的モデリング・テクノロジーはエンジニアが単純な1次的解析を行うことや、より精度の高い結果を生み出すことを助ける。

ダイレクトソリッドモデリングツールの特筆すべき点は、アイデアを即座に3次元化しシミュレーションでテストできることである。ダイレクトモデリングの簡潔さは、エンジニアを一種類の設計意図に固執させてしまう伝統的なCADと異なり、設計を自由に行えるようにする。ダイレクトモデリングによって、エンジニアは、キーとなる設計パラメータに対する異なった評価指標の感度を理解するためのwhat-ifスタディを実行し、評価指標間のトレードオフに影響するパラメータを見つけ出すことができる。一度判かってしまえば、これらのキーパラメータは詳細設計時にCADモデルを定義するフィーチャーパラメータとなる。

ダイレクトモデリングはまた、概念モデルを作る時、既存のデザインを再利用することにより、構想設計を加速する。現実的には多くの新デザインは以前のを継承していることが多いが、伝統的なCADシステムでは既存モデルへの大幅な変更は容易ではない。また、新しいデザインデータはしばしば違うCADシステムを使用したサプライヤからもたらされるが、ダイレクトモデリングでは元データの種類に関わらず、その編集が容易である。

CAD による詳細設計

設計改善に最も効果的なソリューションの提供に加え、ワークフロー化された初期設計工程は、次の工程のために測定可能な価値を提供する。関係する技術グループは早い段階から提案デザインを調べられるようになり、意見を述べ、情報をまとめ、確固たる結論を導くことができる。高価で設計変更に時間が掛るような製品設計の場合、各部門の技術グ

ループは生産用のCAD設計に入る前に協力体制を構築することができる。最も重要なことは、CADチームは、構想設計モデルに正確に割り振られたパラメータと設計意図を参照して、適正なフィーチャーを使用しての詳細設計を行えるということである。ソリッドモデルはCADによる詳細設計のために最良の仕様であり、詳細設計のプロセスを大幅に加速する。製造工程が外注された時には、正確なコンセプトモデルによって、サプライヤや製造工場は一層のCAD設計が行えるようになり、簡単に測定できるコスト削減や、サイクルタイムの改善、ビジネスの敏捷性の向上が実現される。

エンジニアが3次元ツールを利用できると、詳細設計が明らかになるにつれて一層取り組めるようになり、詳細設計工程に付加価値が付けられる。その後、構想設計モデルと同じ評価指標とテストで詳細設計モデルを定義することができ、生産用のモデルとしての最終の最適化モデルを構築することができる。ダイレクトモデリング技術は次のような統合的な役割にも貢献する。微小フィーチャー削除、中立面生成、空気領域生成などにより、FEAやCFD解析モデルのための「プリペア」機能の提供である。CAE経験のあるエンジニアなら、CADチームを煩わさないこのような機能の有効性を発見することだろう。

業務に適したツール

3次元ダイレクトソリッドモデリングによってエンジニアやカジュアル3次元CADユーザーはCADデータを自由自在に操るようになる。

拘束条件や設計意図のようなCAD上のコンセプト作成を、3Dソリッド形状を作成するための単純なツール、つまりダイレクトモデラーに置き換えることで今迄にない簡潔さと低コストを実現する。

一方、フィーチャーベースCADシステムは、詳細設計と生産のための設計を実現する。

フィーチャーベース CAD	ダイレクトモデラー
フィーチャー定義によるモデル	単純なソリッドとしてのモデル
定義の変更と再構築による編集	対話的ツールによる直接編集
パラメトリック化されたモデルには効果的だが非定型の処理には不向き	大胆な編集が得意、少しの編集、非定型の編集も可
インポートデータには効果を発揮しない	インポートデータもネイティブデータと同様の扱いが可
十分なトレーニング、専用オペレータが必要	少しのトレーニングで使用可
高価な導入・運用コスト	低コストでの導入・運用
詳細設計、知識ベース型の設計向き	構想設計、解析、CADデータの再利用に有効

従来手法の変更への挑戦

初期モデルを用いたシミュレーション主導型の設計において、エンジニアは新しいダイレクトモデリングツールを使用し始めている。従来は、多くのエンジニアは構想設計には伝統的なCADシステムは不向きで、3次元ツールは思った様には機能しないと思っていた。しかし、構想設計のための最新のダイレクトモデリングツールは3次元設計に関するエンジニアの意識を変えることができる。エンジニアは新しい構想設計の工程が製品の市場投入時

期や収益性を改善するばかりでなく、設計本来の楽しみと自由さをもたらすことに気づき始めている。

従来の共通の懸念は、ラフだが、精度のある概念モデルではデザインに対する成熟不十分な批判をもたらすことであった。これに対してシミュレーション主導型の設計では、多部門間で、関係者の密度の高い協力と情報共有がなされる。初期設計の哲学は早期に、且つ、頻りにアイデアを交換し設計に組み入れることだ。良く定義された評価指標と文書化された結果は曖昧さとカジュアルな意見を排除する。早期のテストとフィードバックのためのアイデアを出し合うことにより、エンジニアはより良い設計ができ、評価も上がることだろう。

CAD管理者やITマネージャは長い間、マルチCAD環境は整合性が取れず、環境整備に時間が掛るものだと思っていた。しかしながら、初期設計のためのダイレクトモデリングはCADの置き換えではなく、紙や2次元ツールの置き換えであり、CADチームに渡されていたトレース不可能な書類の置き換えである。

ダイレクトモデリングツールはすべての機能を含むCADシステムより、少ないトレーニングとITサポートで済む。3次元スケッチのために、エンジニアに生産性の高いパーソナルツールを与えることにより、初期設計段階のサポートのための高度な管理ツールは必要ない。

多くのメーカーでは既にこのようなことは検討済で、シミュレーション主導の製造工程による投資対効果、少ない開発コストでの競合他社とのシェア改善、早期の製品市場投入などが課題となっている。

結び

業界では3次元初期設計と上流工程でのシミュレーションがCADによる詳細設計を加速することを認識し始めている。各企業は以前より使い易く、機能強化された競争力のある製品を早期に市場投入しようとしている。そのため、内部的にも外部的にもビジネスの形を変革、改善しつつある。

3次元ダイレクトモデリングで製品開発チームを強化することで、エンジニアや解析者は設計工程を改善または短縮することが可能だ。新しい構想設計とシミュレーションのためのダイレクトモデリングツールはエンジニアや解析者に、簡単で自由度のある、3次元スケッチやCADモデルの利用環境を提供する。

3次元ダイレクトモデリングを、生産工程を通して上手く活用することにより、ビジネスは成立するだろう。それは、より高い貢献をする技術チーム、より良い製品の開発と収益性の向上にも、合理的な効果を発揮するだろう。

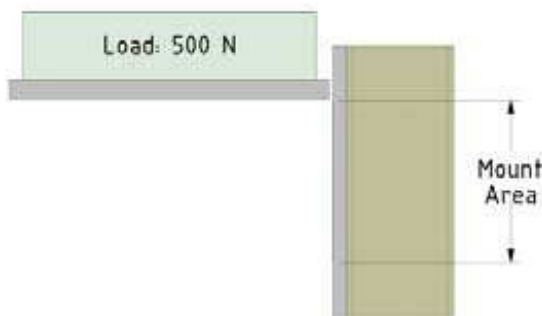
コラム：シミュレーション主導型の製品開発フロー

アップフロント・シミュレーションを成功、普及させるためには、エンジニアがいつでも使用でき、強力で、導入し易い3次元ツールが必要だ。ダイレクトモデリングという新しい3次元手法こそがそれを実現でき、製品設計の初期段階で様々な角度から検討された3次元モデルを詳細CAD設計グループに渡すことが可能になる。

シミュレーションで加速する設計のゴールはいかに早く最適解を見つけるかだ。早い段階でさまざまな構想設計モデルを調べることによって、エンジニアは製品の性能目標を満足し、詳細デザインを定義できるパラメトリック・フィーチャーを検討できる。

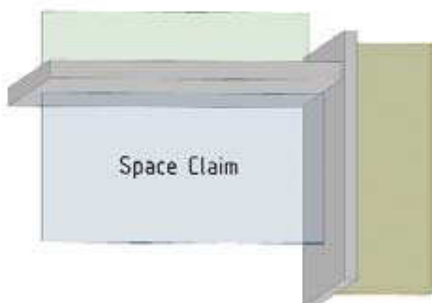
1. 重いものを載せる棚

第一段階としては、主要な性能と仕様に合った寸法の見安と制約条件を見つけることだ。例えば、取り付け位置と接合部分の課題は何であるか？ インダストリアルデザイナー、サブライヤ、または他の部署からの要求はどのようなものか？ などである。



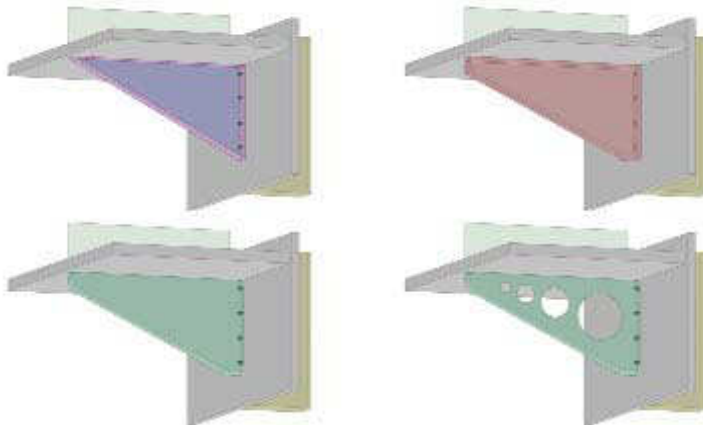
2. デザインする場所 “Space Claim”

第二段階としては、新規設計の領域（図では、Space Claim の部分）を決め、その中で構想設計を始める。まず、2次元スケッチである段階まで検討するか、またはラフスケッチを3次元にまず立ち上げてから、3次元スケッチ的に検討するかを柔軟に選択する。この例では、後者、即ち3Dモデルと直接対話しながら構想設計が可能だ。



3. 属性が決まれば、初期設計を始める

製造上の制約を考慮して、違う選択肢を検討する。この過程では、デザインを評価する以上の詳細な形状は不要だ。この例では、**FEA** は面対称のため半分のソリッドモデルか、中立面によるシェルモデル化も可能である。各選択肢に対して **CAE** による解析を行い、必要に応じて形状変更を重ねながら最適な構造と基本形状を決定する。



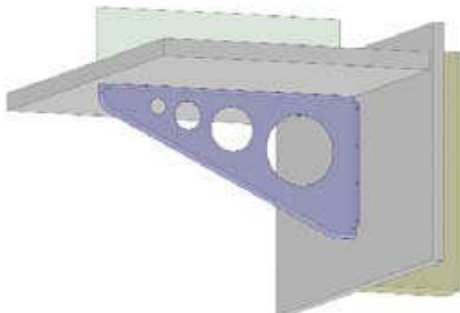
4. 詳細設計

上記構想設計での検討が終われば、そこでの設計意図およびパラメータ定義に沿いながらフィーチャーベースCADなどによる詳細設計段階に移る。



5. 詳細デザインの検証

構想設計時点での目標性能が、製造性を考慮して構成されたフィーチャーによって低下してしまっていないかを検証する。この例では、ハーフモデルのシェルモデルでの最終確認シミュレーション（CAEによる解析）を行った。



著者紹介

ブレイク カーターはSpaceClaim社の共同設立者である。SpaceClaim社での彼の役割はすべてのエンジニアや設計者のために、新しく革新的な方法で3Dを利用できるようにし、より身近なものにすることだ。ブレイクはPTCでプロダクトマネジメントとビジネスディベロップメントを担当した経験を持つ。1996年プリンストン大学機械工学科卒

SPACECLAIM について

SpaceClaim社は世界で最速、且つ、革新的な3次元ダイレクトモデリングソリューションを提供する会社である。新しい3Dツールと設計ソリューションを市場に提供するため、業界に精通した、世界有数の経営陣と開発者チームにより、SpaceClaimは、構想設計者・CAE/解析者と広範な製品開発チームに、エンジニアリングの生産性向上と3Dモデルの活用向上で飛躍的な進歩をもたらした。



150 Baker Ave. Ext., Concord, MA 01742 USA

Tel: +1 978.482.2100 Fax: +1 978.369.5864

注) 本ドキュメントは、SpaceClaim社ブレイク カーター著“Simulation-Driven Product Development: Will Form Finally Follow Function?”を翻訳したものです。

© Copyright 2009 SpaceClaim Corporation. SpaceClaim is a registered trademark of SpaceClaim Corporation.

All other names mentioned herein are either trademarks or registered trademarks of their respective owners.