

STEP ファイルと光線束を排除し 光学機械設計を簡素化

コート・スティネット、アンディ・フェリス

SOLIDWORKS を組み込んだシミュレーションソフトウェアで光学機械設計のパッケージング、解析、評価する能力は、ワークフローを合理化し、設計と試作の繰り返しを減らすのに役立つ。

光学および機械エンジニアは密接に協力して光学系設計を実際の製品にしなければならない。残念ながら、光学設計フェーズと機械設計フェーズ間の移行はコスト高であり、エラーを起こしやすい。エンジニアが解決しなければならない多くの問題は、既存のワークフローと設計戦略の取り扱いが難しいことである。

光学、機械エンジニアは、統合性を欠いたツールを利用する別々の設計ソフトウェア環境で作業していることが多い。光学エンジニアのツールボックスは拡張したが、機械エンジニアが取り残されている。光学性能への機械的形狀の影響を解析し確認し、光学機械公差を評価するツールがなく、マルチ設定向けの機械設計の最適化あるいはまた構造的・熱的変形解析を行うツールがないからである。

米グローバル・サージカル・グループ (Global Surgical Group) のロバート・メンツァー氏 (Robert Mentzer) は、「われわれがパッケージングのための光学設計を準備するとき、念頭に置いているのは機械エンジニアである。それでも、引き継ぎ中に意志の疎通で問題に直面する」と言う。結果的に遅延、不要な設計の繰り返しや確認障害、さらには問題を特定するためにコストがかかる多くの物理的試作品の作製となることがよくある。

同じ言語の共有

光学設計から機械的設計に移行する際に光学データの完全性を保つことは、多くの会社にとって深刻な課題となっている。一般的な方法は、機械エンジニアがダッソー・システムズ (Dassault Systemes) の SOLIDWORKS に STEP、IGES、あるいは STL ファイルとして光学システムをインポートし、光線束によって光伝搬の近似を得ることである (図1)。

この技術は、以下のいくつかの理由で設計を破壊する不正確さを導入することがよくある。

1. STEP、IGES、あるいは STL ファイルは光学機械設計の精度を劣化させ、光学公差、コーティングタイプおよび材料データが変換中に失われる。
2. 光線束は静的スケッチとしてインポートされる。これら光学的解析で使用される実際の光線の非常にわずかなサンプルを代表するものであり、設計変更でアップデートできない。
3. 機械エンジニアは光学エンジニアに頼って設計を確認するか、コストと時間がかかる物理的な試作品を作製して設計の問題を特定する。

機械エンジニアは、機械的形狀が光学性能に影響を与えないことをチェックするための迅速な、あるいは正確な方法ももっていない。機械的形狀への些細な変更でさえ、つまり光学データ

の不十分な完全性から来る不正確さが光学性能に大きく影響する。

機械エンジニアが STEP ファイルを検証のために光学エンジニアに送り返すとき、光学エンジニアは一貫性のないグローバル座標系および失われた設計の忠実性という難題に対処しなければならない、また手作業で個々の機械的構成要素を見つけて、機械エンジニアが SOLIDWORKS で作製したアセンブリを再構築しなければならない。こうした面倒で余分な作業を回避するために、スクリーンショット、ペンと紙、あるいは物理的な試作品を使って設計を検証するエンジニアリングチームが多い。これらの技術の方が簡単に見えるかも知れないが、その不正確さが誤りを取り込み、すぐさまコスト上昇となり、スケジュールに影響する。

機械エンジニアは、主レンズデータ (エッジ、頂点、クリアアパチャーなど) を作図形状として示すシミュレーションと解析ツールを必要としている。光学機械設計によって生ずる2つの一般的な問題は、ビームクリッピングによる迷光とケラレである。米 CSA Group の機械エンジニア、デイヴ・ルック氏 (Dave Rook) は、「われわれは、ペイントあるいはフォトエッチアパチャー、またはたくさんの二次成分により、非常に粗い方法で迷光を何とかしたい。最初にそれに決着をつけられないと、

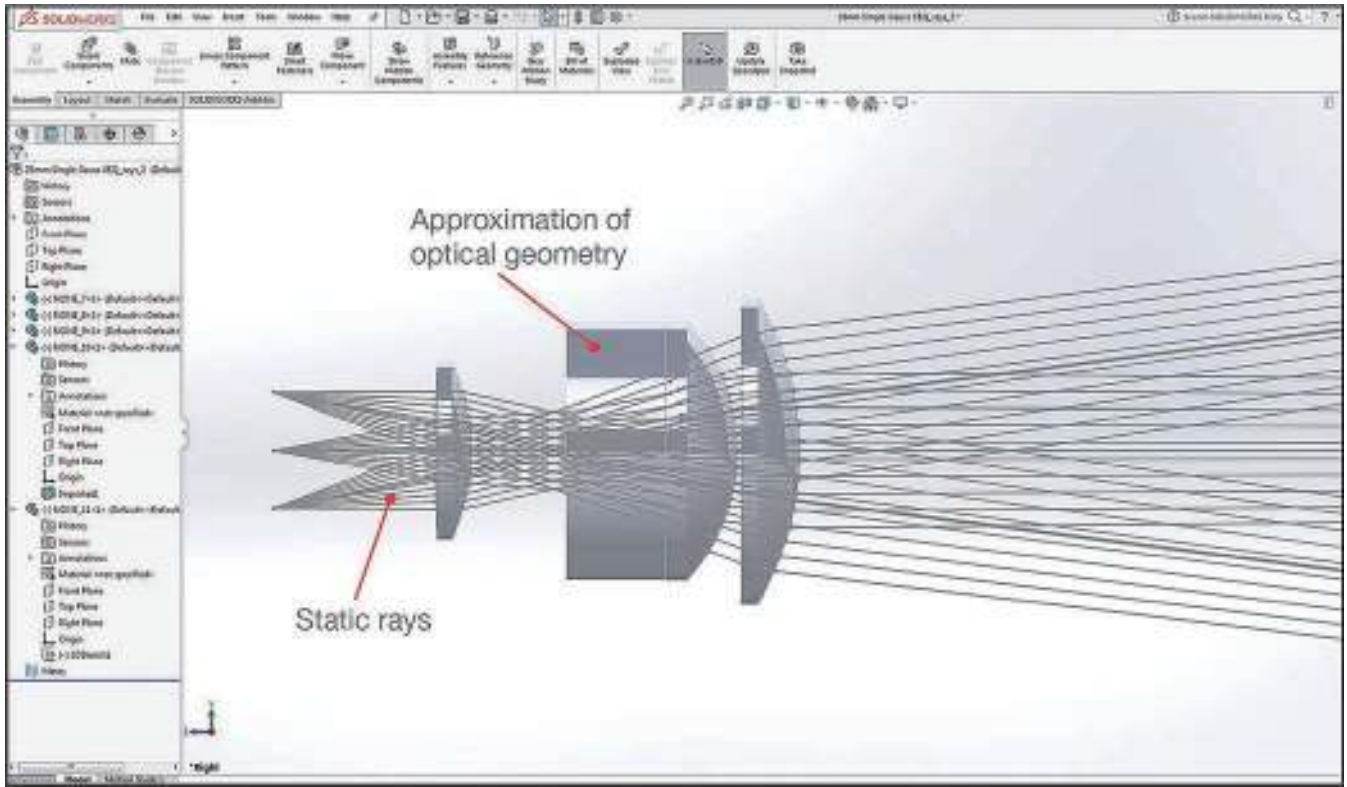


図1 25mmシングルガウスシステムは光線束と共にSTEPファイルとしてインポートされる。

膨大な支出になる」と説明している。

エラーを捉え、 補正するソフトウェア

光学エンジニアと共同作業している機械エンジニアが直面する問題に対処するためにゼマックス社 (Zemax) は、SOLIDWORKS アドインとして LensMechanix シミュレーションソフトウェアを開発した。このアドインは、ゼマックス社の OpticStudio ソフトウェアの物理コアを SOLIDWORKS 環境に導入することで光学機械製品開発を効率化する。

LensMechanix は、ノンシーケンシャル光線追跡を使うことで光と物理的対象との相互作用をシミュレートする。機械的構成要素と表面仕上げとの相互作用を計算して、スポット径、迷光、画像のコンタミなど設計上の問題を特定する。

OpticStudio ファイルを LensMechanix にロードすると、機械エンジニアは正確なレンズデータを使って機械的構成要素を設計することができる。さらに製品を通る光をシミュレートするために光線追跡を走らせ、光学機械設計が光学性能に影響を与えないことを確認できる。

システムがどの程度簡素であるか複雑であるかに関係なく、光線追跡が問題を特定するなら、機械エンジニアは光線フィルタリング、表面パワー分析、その他のツールを使うことで正確な光源を見つけることができる。例えば、光学性能を劣化させる特殊機械特性を分離する、設計変更にはほぼ即座にフィードバックする、機械的設計変更の影響を可視化する、画像品質や他の性能基準に対する機械的設計の影響を定量化する、現状の設計と元の設計とを比較して機械的な構成要素を分離する、ソリューションが光学要件を満たしている

ことを確認する。

OpticStudio (.zmx) データを LensMechanix にロードすると、実際のレンズデータを使って自動的に光学系が構築され、光線追跡が走る (図2)。当て推量や旧来の技術を使う代わりに、光学エンジニアは LensMechanix ユーザーから完全忠実な設計ファイルを受け取り、OpticStudio における変更を簡単に再検討することができる。こうして制作ワークフローが簡素化される。

「最終日に、設計は光学エンジニアに戻して、変更またはアップデートが有益であるかどうかを判断しなければならない」と米 Radigan Engineering のオーナーで首席エンジニア、ウィリアム・ラディガン氏 (William Radigan) は言う。しかし光学エンジニアは、機械エンジニアからファイルを受け取ることにについて懐疑的になることがある。これは、自分たちのレンズ設計が原因

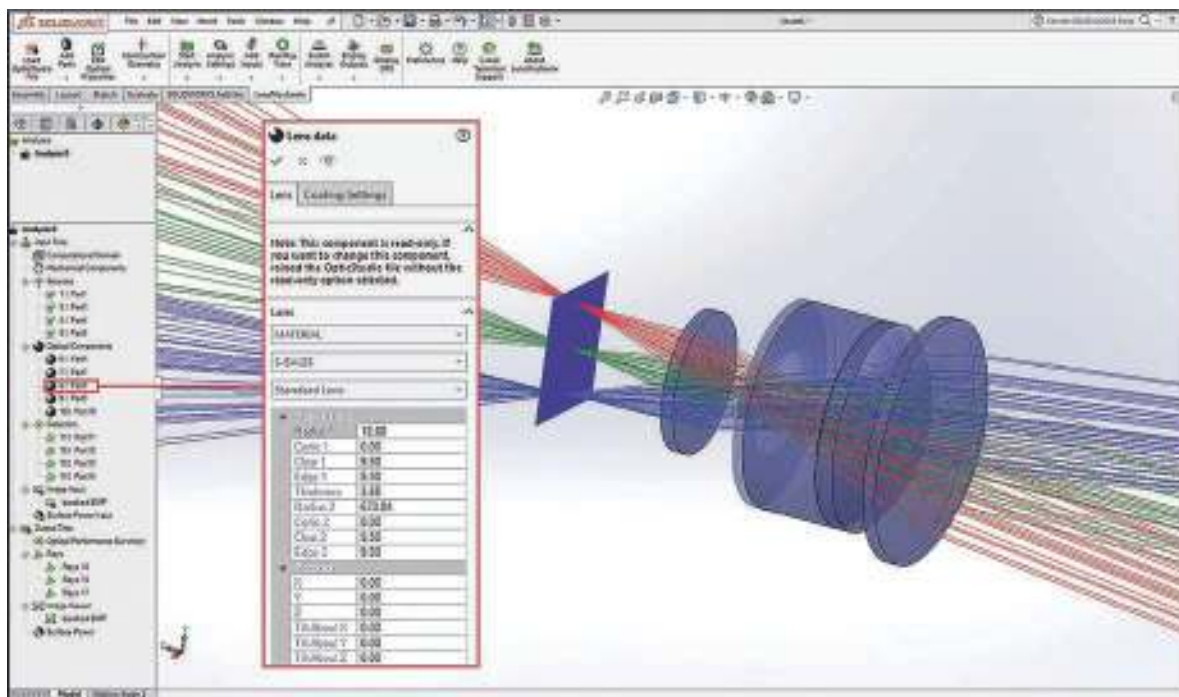


図2 光線追跡完了後、25mm シングルガウスシステムは、LensMechanixを利用してSOLIDWORKSにロードされる。

ではない何かのために、システムが故障するという過去の経験に基づいている。

機械エンジニアに、光学エンジニアの設計へのアクセスを許すには信頼が必要である。LensMechanixは、十分な機能を有する言語でコミュニケーションを開始することで、行ったり来たり繰り返しの繰り返りに役立つ。OpticStudioフォーマットでファイルを受け取ることで光学エンジニアは、設計に対するコントロールを強め、評価のための最新ファイルを手に行っていることを確認する。機械エンジニアは、自らの誤りを捉えて修正することができるので、問題を特定するための物理的試作の繰り返しを回避できる。繰り返し時間を少なくすることで光学エンジニアは、新しい製品の設計により多くの時間を使うことができる。

も設計全体を最適化することである。製品が可能な限り設計に確実に近づくように光学エンジニアが非常に厳しい公差を要求するのは簡単であるが、この厳しすぎる要求は製造コストの上昇となり、製造に多大な問題を課することになる。光学エンジニアは、その設計に基本的な位置公差データを盛り込み、次に機械エンジニアがLensMechanixでその情報を利用できるようにすることができる。

光学系は、複数構成要素からなっている場合が多い、例えばズームレンズやスキャニングシステムなどである。多重構成の最適化は、共通の要素を持つシステムをグループとして、また一つの構成の部分をなす一連の位置の各々に対して最適化することによるプロセスである。例えば、双眼鏡では

LensMechanixユーザーは要素間のスペースを変更して焦点距離、したがってズームと焦点を調整することができる。すなわち、光学設計と機械設計の両方を最適化してそれぞれの構成に適応させることができるのである。

様々な環境や温度にさらされる設計では、例えば望遠鏡やレーザーのあるものにとっては、熱膨張・収縮や圧力が構造物の性能を変えることになる。例えば、NASAのハッブル宇宙望遠鏡(Hubble Space Telescope)は、極端な温度と太陽放射にさらされ、高感度なコンポーネントに悪影響を及ぼす。機械エンジニアは、LensMechanixで完全な構造的熱的変形解析を行うことができるわけではないが、大気条件を変えて、臨界的な温度や圧力で光学性能への影響を評価することができる。

他の一般的な課題との取り組み

性能目標を達成するように設計を最適化することは、特殊要素というより

著者紹介

コート・スティネットはNew Ventures Divisionのゼネラルマネージャー、アンディ・フェリスはLensMechanixの製品マネージャー。両者ともZemax社に所属する。

<日本国内のお問合わせ> Zemax Japan(株) e-mail: japan@zemax.com URL: www.zemax.jp