

## ZEMAXユーザーのための光学・熱・構造連成解析ソリューション

### 【OOFELIE::MultiphysicsとZEMAXの連携のメリット】

- ✓ 熱・電子・機械の挙動を考慮したより高い精度の光学設計が可能
- ✓ プロジェクター、望遠鏡、LED、マイクロミラー、MOEMSに適用
- ✓ 圧電効果・静電力・電磁力により駆動されるシステムの熱・構造解析が可能

### 主な特長

【光学・機械系設計】  
外部荷重、加速度、熱伝達による熱・構造変形が考慮可能

【ZEMAXとの統合設計フロー】  
OOFELIE・ZEMAX-EE間で、データ交換が全自動的

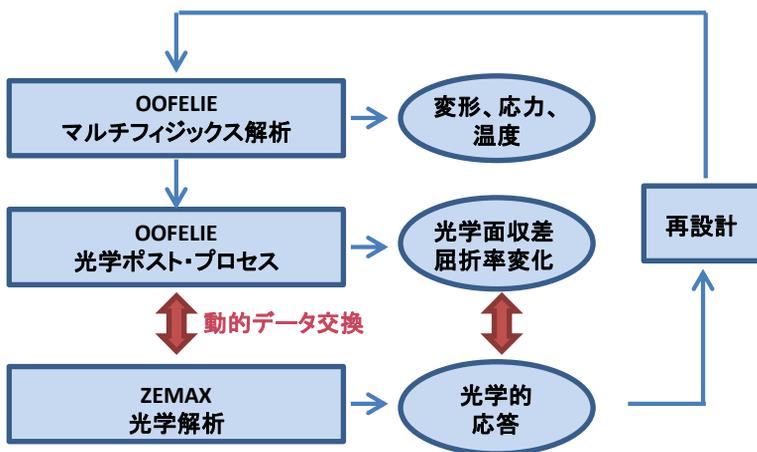
【表面の変形の記述】  
Zernikeの標準・フリンジ多項式、節点、円・楕円・矩形の絞り

【剛体運動の分離】  
OOFELIEにて、解析結果から、剛体運動を検知・分離して、ZEMAXへ出力することが可能

【熱・光学効果】  
屈折率変化の温度依存性が考慮可能。レンズ内部の屈折率勾配 (GRIN) をZEMAXへ出力

【ZEMAX放射照度マップ】  
表面熱流束計算に用いることが可能

【駆動系の連成解析】  
光学系の駆動機構について、圧電効果、静電力、電磁力等の効果を考慮したマルチフィジクスモデリング、及びアダプティブ光学設計が可能

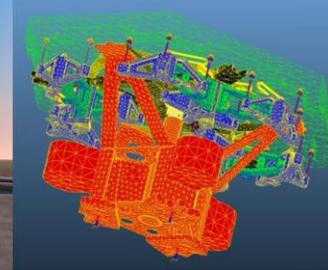
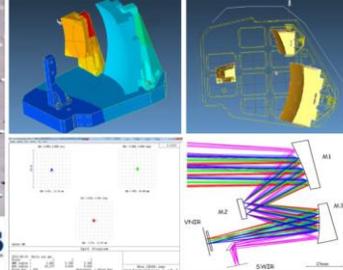


OOFELIEは、自動的にZEMAXとリンクするため、ヒューマンエラーやデータの取り間違えのリスクを減らし、設計の効率向上が可能です。

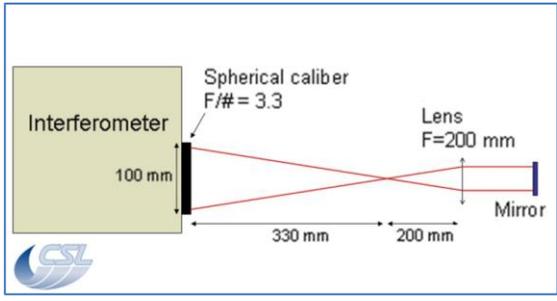
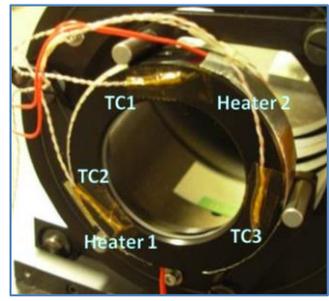
光学システムの光学部品の形状を標準的なCADフォーマットにて、ZEMAXからOOFELIEに出力します。機械系の部品は光学部品の周辺にモデリングされ、熱・機構荷重が付与されます。

熱・構造連成解析の後、光学問題が更新されます。それぞれの光学面の初期サグは、自動的にZEMAXから自動的に取得され、OOFELIEにて光学軸に沿った表面のズレを計算するために用いられる。

ZEMAXにより、グリッドサグ値やZernike多項式係数に基づいて、光学面が更新されます。光学面の更新時において、変形が剛体モードを含んでいる場合でも、それは検出され、更新時に考慮されます。



**【解析と実験の比較事例】**



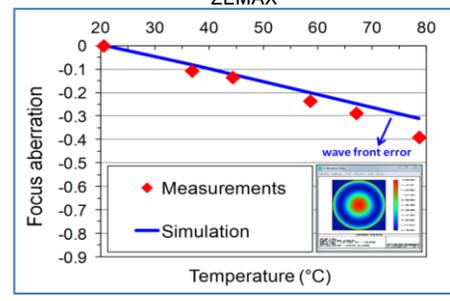
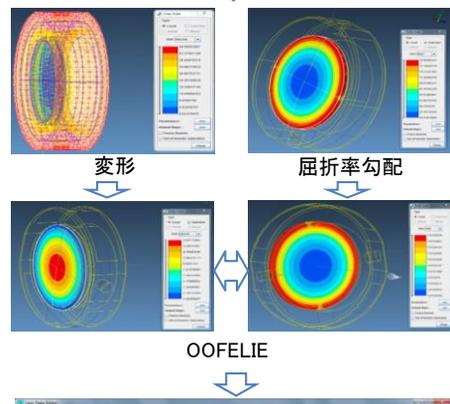
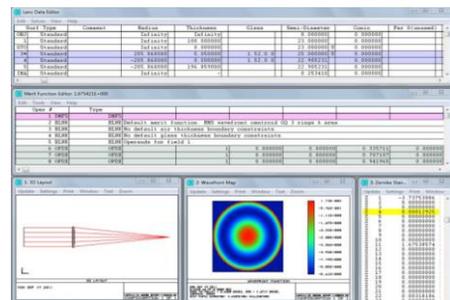
**【条件】**  
 レンズ: 球状凸レンズ N-BK7  
 直径 50 mm 焦点距離 200 mm  
 マウント・リテーナリング: 黒色アルマイト

レンズは、マウントに接着された2個のヒーターにより加熱されます。熱電対が、温度をモニターするために、貼り付けられています。  
 干渉分光法により、それぞれの温度にて光源ビームの波面収差誤差を測定し、雰囲気温度の初期の波面収差誤差と比較します。

**【解析プロセス】**

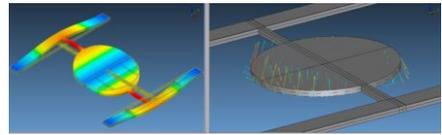
- 1) ZEMAXで初期光学レンズモデルを定義
- 2) レンズのCADモデルをZEMAXからOOFELIEへ出力
- 3) OOFELIEで、レンズとマウントのCADモデルを合わせてメッシュ生成
- 4) 解析データの定義
  - ・光学・熱・機械特性
  - ・レンズ、マウント間の機械・熱接触
  - ・表面熱流束と参照温度
  - ・レンズの光学的挙動
- 5) FEM解析: 変形と温度の分布を計算
- 6) レンズ表面の変形を計算する。
- 7) 屈折率勾配を、温度場から与える。
- 8) 両方の効果が、カスタマイズされた表面タイプを用いて、ZEMAXへ同時に自動的に出力される。
- 9) ZEMAXにて、波面収差と焦点収差 (Z2.0 Zernike 標準係数)を計算

**【結論】**  
 解析結果は、実測と良く一致。レンズの変形と屈折率分布を合わせて解析することが重要です。



**【主要事例】**

・マイクロミラー式 プロジェクター  
 ピエゾ弾性駆動、空気による減衰、工学的変形を考慮

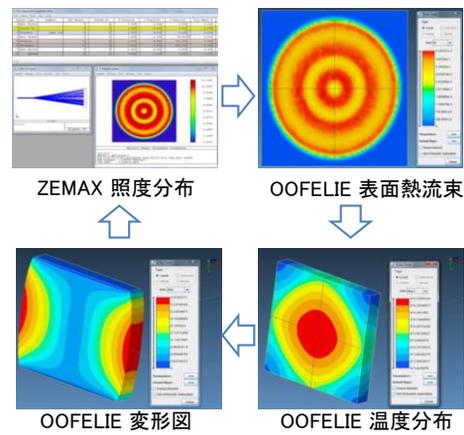


・ヘッドアップディスプレイ  
 自重、温度差、振動を考慮

・データ通信用 MOEMS  
 光学応答解析と静電アクチュエータを考慮

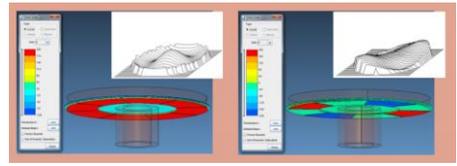


・高輝度光源による加熱  
 ZEMAXの照度マップは、OOFELIEの熱・構造解析に用いられる。



・光学部品中の屈折率勾配 (GRIN)  
 熱による勾配も考慮可能

・光学設計の最適化  
 圧電駆動により変形する鏡の設計



・駆動機構  
 圧電効果、静電効果、電磁効果の考慮