

# CODE V Optical Design Software

Design, Optimize and Fabricate Reliable  
Imaging Optics

## Overview

CODE Vを使用して、当社のエンジニアは、大成功を収めたハッブル宇宙望遠鏡の最初のサービスミッションで使用されたすべての主要な被検レンズの設計と製作において重要な役割を果たし、画質を劇的に向上させました

シノプシスのオプティカル・ソリューション・グループは、光学設計・解析ツールの世界的なリーディング・カンパニーであり、結像光学系設計ソフトウェアCODE V、照明設計ソフトウェアLightTools、自動車用照明設計のLucidShape、フォトニック・光通信設計のRSoftなどを提供しています。また、光学システム設計サービスの独立したサプライヤーでもあり、これまでに結像・照明光学システムエンジニアリングの分野で4,800件以上のプロジェクトを完了しています。

CODE Vは、1975年に世界で発売されて以来、高度な光学システムの開発に貢献し、時にはビジネスや文化にも大きな影響を与えてきました。また、コンパクトディスクプレーヤーのような革新的なアプリケーションの開発にも使用されてきました。CODE Vのアルゴリズムは、コンピュータの高速化に欠かせない、コンピュータチップ上の超微細な線を描画するためのマイクロリソグラフィレンズの設計において、重要な技術となっています。

CODE Vは、投影ディスプレイ、医療機器、高度な軍事技術、宇宙開発など、幅広い分野で重要な技術的進歩に大きく貢献しています。

また、卓越した品質とパフォーマンスで定評があり、CODE Vは製品やプロジェクトの成功に光学系の開発が不可欠な場合に選択されるソフトウェアといえます。

## 卓越したソフトウェアサポート

### テクニカルサポート

CODE Vは最高水準の光学設計・解析ソフトウェアのみを提供するではありません。

シノプシスでは光工学の経験を持つテクニカルサポートスタッフをグローバルで50人以上有しており、お客様のご質問にお答えします。

### トレーニング、ドキュメント、オンラインリソース

CODE Vを学ぶための多くのオプションを提供しています。カリフォルニア州パサデナにある当社の施設でクラスを受講したり、当社の海外担当者が世界各地で開催しているクラスに参加したり、お客様のニーズに合わせてお客様の施設でオンサイトクラスを開催したりすることができます。また、例題ベースのドキュメントや、ビデオチュートリアル、FAQ、サンプルモデル、マクロ、ヒント、トレーニング資料を掲載したお客様専用のウェブサイトもご用意していますので、CODE Vを上手にお使いいただけます。

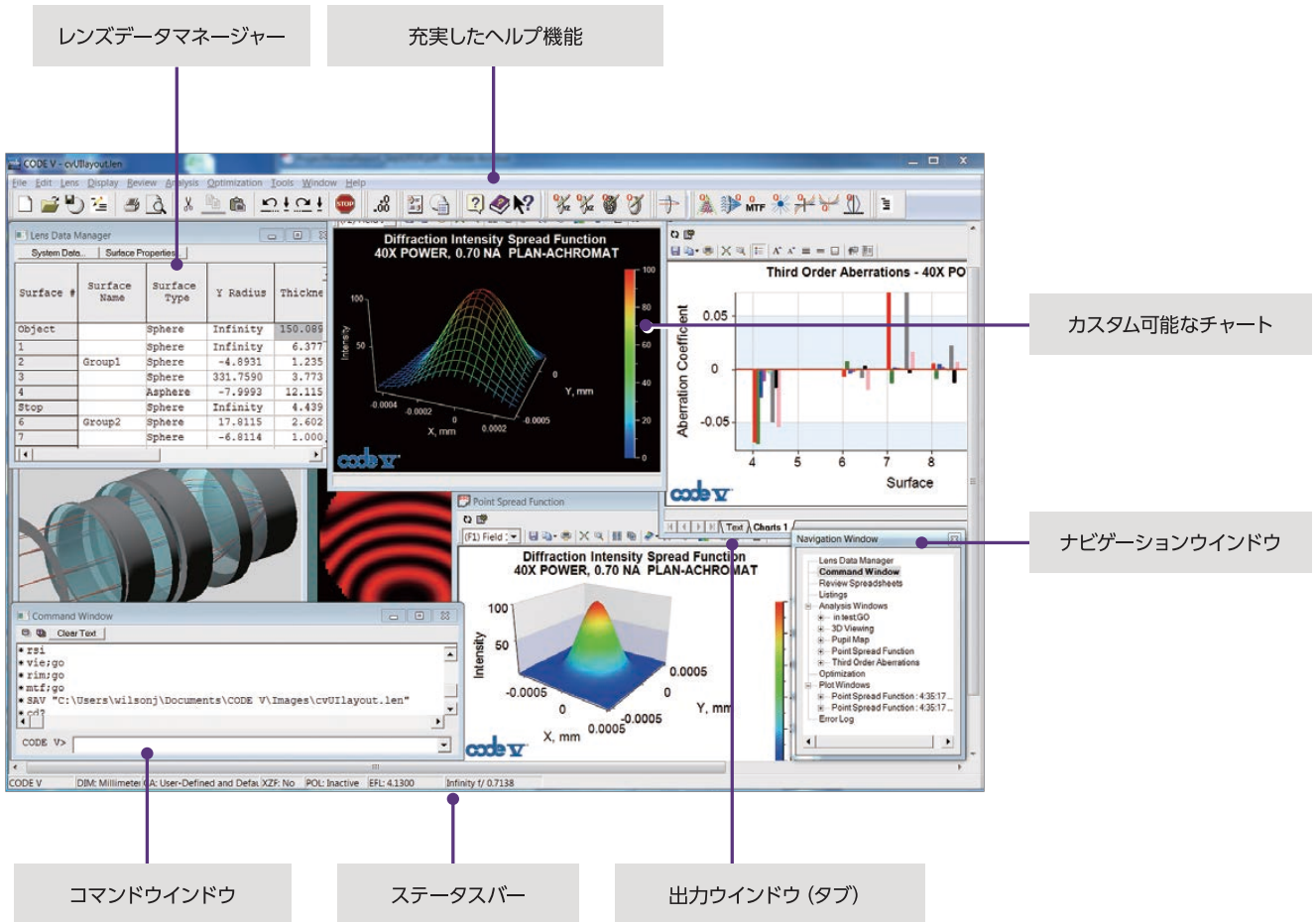


図1: CODE VはWindows®の標準的なユーザーインターフェースを採用しており、ナビゲーション機能やユーザビリティ機能が充実しています

## プログラムのアップデート

約1年を目途に、主要な新機能を追加する大規模なプログラムアップデートを行っています。また、お客様からご要望のあった機能の強化を含む、プログラムの定期的なアップデートも行っています。すべてのソフトウェアアップデート、継続的なテクニカルサポート、カスタマーサポートポータルでの広範なコンテンツは、標準ライセンスでご利用いただけます。

## 入念な事前検証を受けたソフトウェア

当社の最も重要な強みの一つは、当社の光学エンジニアリングサービスとソフトウェア開発の取り組みの相乗効果です。当社のエンジニアは、CODE Vの開発にアイデア、ガイダンス、テスト、フィードバックを提供しています。例えば、Glass ExpertやAsphere Expertなど、当社のエンジニアが開発した独自のアルゴリズムに基づくエキスパートツールは、設計プロセスの自動化に役立ち、お客様の時間と労力を節約できます。最も重要なことは、CODE Vは光学技術の最先端で働く献身的なエンジニアチームによって事前検証されており、お客様はエンジニアリングの問題解決のためにCODE Vの最新バージョンを自信をもって使用できるということです。



## アプリケーションと設計

Use of the Airborne Infrared Echelle Spectrometer model is courtesy of NASA Ames Research Center.

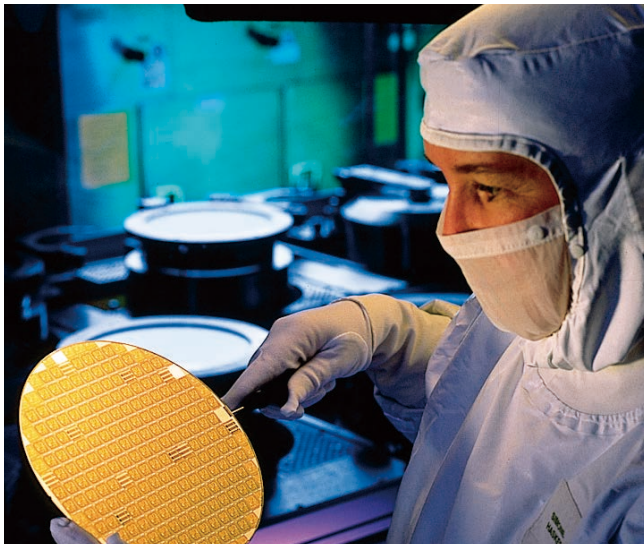


図2: CODE Vは、半導体製造装置業界の厳しい制約の最適化、解析、許容精度に応えるために選ばれる強力な性能を持つソフトウェアです

### アプリケーション

CODE Vは極短紫外域から赤外域まで、また民生機器から政府機関の装置まで、多岐にわたるお客様の光学イメージング・アプリケーションに対応します。CODE Vの最先端のアルゴリズム、ユーザーフレンドリーなインターフェース、インテリジェントなデフォルト設定により、製品化までの時間を短縮し、光学ソリューションの品質を向上できます。いくつかのアプリケーションとCODE Vの関連機能をご紹介します。

- 射出成形プラスチックレンズ：環境分析と材料の許容範囲
- グレーティング分光器：波長依存型マルチコンフィギュレーション機能

- デジタルカメラ用レンズ：公差・製造解析機能
- 高NAリソグラフィ光学系：偏光光線追跡
- 偵察用レンズ：部分分散制御によるガラスの最適化
- 望遠鏡やその他の視覚システム：アフォーカルモデリング
- 宇宙空間用システム：環境解析
- レーザースキャニングシステム：回折ビーム伝播解析
- 赤外線およびUVシステム：特殊材料の特性評価
- フォトニックシステム：ファイバー結合効率の計算
- セグメントアパーチャーシステム：ノンシーケンシャル光線追跡

CODEVのアプリケーション例はこちら —

<https://www.synopsys.com/optical-solutions/codev/application-gallery.html>

CODE Vの Global Synthesis<sup>®</sup> はズームレンズをはじめとする多数の変数や制約条件を持つシステムにおいて、複数のユニークな構成を見つけるための、最も効果的かつ効率的なグローバル最適化アルゴリズムです。Global Synthesisは、ランダムなヒット&ミスではなく、有向性サーチを用いて、評価関数空間の新しい解を探し出します。Global Synthesisは、遺伝的アルゴリズムやシミュレーテッドアニーリングなどの他のアプローチと比較して、現実の光学設計上の問題をより速く、より簡単に解決します。



図3: CODE Vの最適化により、最高のズームレンズ設計を実現しています。Global Synthesisはズームレンズに非常に有効で、強力なガラス最適化により優れた色補正が可能です。また、CODE Vはズームレンズの解析に特化した機能を備えており、最高のレンズを作ることができます

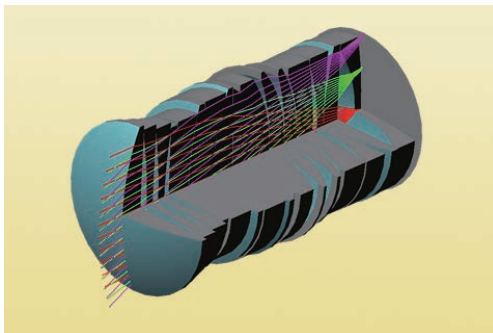


図5: International Optical Design Conferenceの“Camera in a Can”レンズデザインコンテストで優勝したデザインは、Global Synthesisを使って最適化されました。シノプシスの光学エンジニアは、適用可能なすべての設計プロジェクトでGlobal Synthesisを使用しています

## 最適化設計

光学設計ソフトウェアを選択する際、最適化機能は最も重要な検討事項のひとつです。受賞歴のあるCODE Vの独自の最適化アルゴリズムは、業界リーダーの皆様から比類のないものと評価されています。以下は機能の詳細です。

- RMSスポット径、波面誤差、MTF、ファイバー結合効率、およびユーザー定義の評価関数も使用可能
- 誤差感度低減のコントロール(SAB)は、製造公差に対する光学系の感度を下げ、製造時の性能を向上させ、製造コストを最小化するために、製造後のRMS波面誤差を直接最適化することができます。
- 効果的なグローバル最適化アルゴリズム
- ステップ最適化(STP)は、最適化の収束を加速させ、複雑な解空間をより効果的にナビゲートして、従来の最小二乗法による最適化と比較してより小さな評価関数を持つ光学系のソリューションを見つけます。
- 知能的な最適化のデフォルト設定と一般的な制約条件
- 厳密な制約条件に対する効果的な処理能力
- 重み付けやペナルティ関数による制約条件のサポート
- ユーザー定義の制約条件も定義が容易

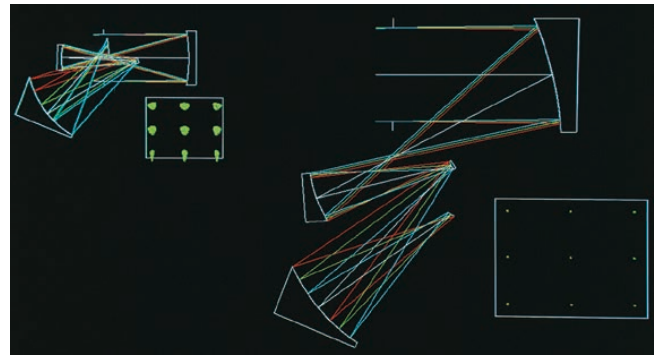


図4: CODE Vでは、回転反射系や偏心反射系も簡単に設定できます。ユーザーが定義した最適化制約条件により、偏心反射系における光線束やコンポーネントのクリアランスを簡単に制御できます。CODE Vは、Intel® 2.67GHzデュアルコアPCを使用して、1回の最適化実行で、数秒のうちに、上図の“Before”システムを“After”システムに最適化できました

- 最適なガラスセットと非球面位置を自動的に選択するGlass ExpertとAsphere Expert
- 最適化の進捗状況を確認し、必要に応じて変数、制約条件、最適化制御の変更を誘導する重要なフィードバック

多くの光学設計プログラムと同様に、CODE Vのローカル最適化(評価関数の局所的な最小値を見つけるための最適化)は、減衰最小二乗法に基づいています。しかし、CODE Vの最適化アルゴリズムは、いくつかの独自の機能強化により、最も効果的なものとなっています。CODE Vのラグランジュ乗数を使用した正確な制約処理は、制約の制御を評価関数から分離し、重みの大きい制約を保持しようとする際に評価関数最適化が失速しないようにします。利用可能な空間に収まるように、正しい仕様で最良のソリューションを開発することができます。CODE Vの知能的な最適化のデフォルト設定は、大部分の光学システムで良好に機能しますが、必要に応じて上書きすることができます。CODE VのRMSスポット径、波面誤差のバリエーション、MTF評価関数は、ほとんどのアプリケーションに適応していますが、お客様独自の評価関数を定義することもできます。CODE Vはスマートなデフォルト設定を提供し、必要に応じて適切なコントロールを行い、一貫して最高の設計結果を生み出します。この効率性により、時間のかかる評価関数の微調整を行う代わりに、有用なエンジニアリング作業を行うための自由度を高めることが可能です。

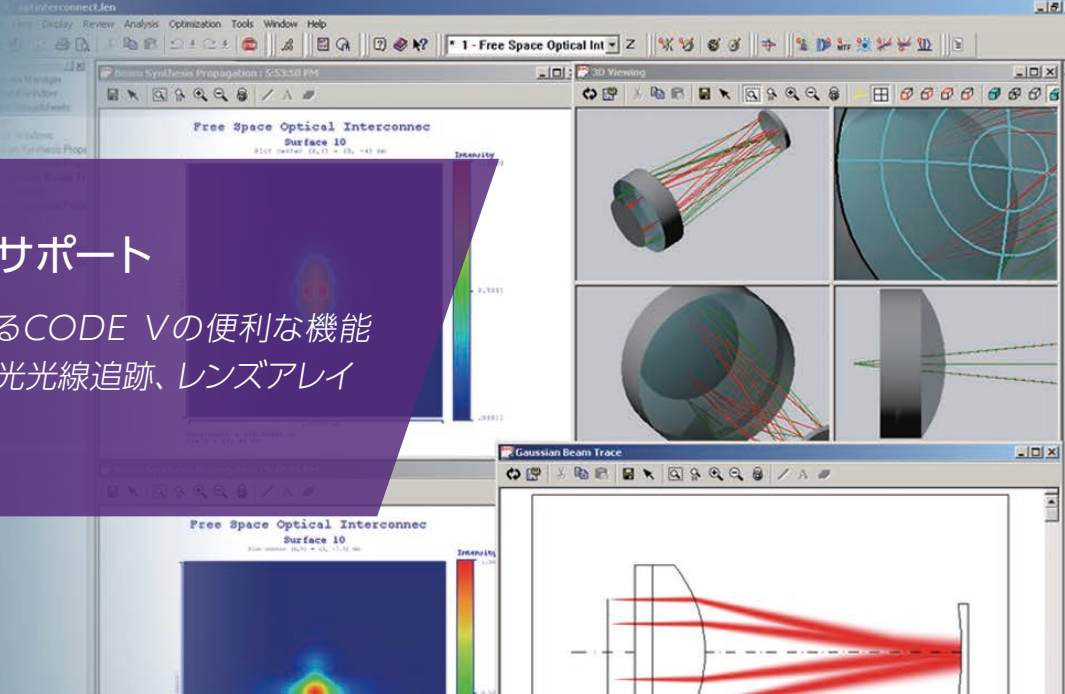
## もっと知りたい方へ

詳細はこちらをご覧ください ——

<https://www.synopsys.com/optical-solutions/codev/application-gallery.html>

## 解析、公差解析、製造サポート

フォトリソシステムに対するCODE Vの便利な機能として、屈折率分布型材質、偏光光線追跡、レンズアレイなどがあります



### 解析

CODE Vの解析アルゴリズムは、その正確さと速さが評価されており、実際のハードウェアの測定値と一致します。お客様により行われた何万件もの設計と製造、150人年以上の社内エンジニアリングの経験、そして日々の業務で培われた何千もの開発テストケースが、CODE Vの性能予測の品質を保証しています。

CODE Vの性能予測は、最も複雑な光学システムであってもその品質を保証します。CODE Vの豊富な解析機能には以下のものがあります。

- 多くの診断評価オプション(例えば、横収差やOPDカーブなど)
- 多くの幾何光学的および波動光学の画像評価オプション(例えば、スポットダイアグラムやMTFなど)
- ノンシーケンシャル光線追跡
- 複屈折材料のモデリングを含む、偏光光線追跡
- 一般的な回折ビームの伝播
- 部分コヒーレンス1次元、2次元像解析
- ファイバー結合効率
- 照明解析
- ナルシサス解析
- 2D画像シミュレーション

CODE Vのビーム伝播解析は、光学系のあらゆる場所で回折した光ビームの強度、振幅、位相特性を正確に予測します。ビームシンセシス伝播解析(BSP)は、元々NASAの地球型惑星探査機の厳しい精度の課題を解決するために開発されたもので、精度、効率、使いやすさにおいて業界標準となっています。

BSPは、ビームレットベースのアルゴリズムに独自の改良を加えたもので、次のような特徴を持っています。光学系を伝播する回折波面を極めて正確かつ効率的にモデリングします。BSPの画期的な解析機能は、レンズシステムに基づいたデフォルトの解析設定の推奨値を自動的に算出し、正確な答えを可能な限り短時間で提供します。部分コヒーレンス解析では、光学系を通過する完全コヒーレントから完全インコヒーレントの照明にもとづいて、1次元または2次元の物体の像構造を予測することができます。

フォトリソシステムでは、シングルモードファイバへの回折像のファイバー結合効率を、ミスアラインメントやファイバー先端の劈開角の影響を含めて予測することができます。

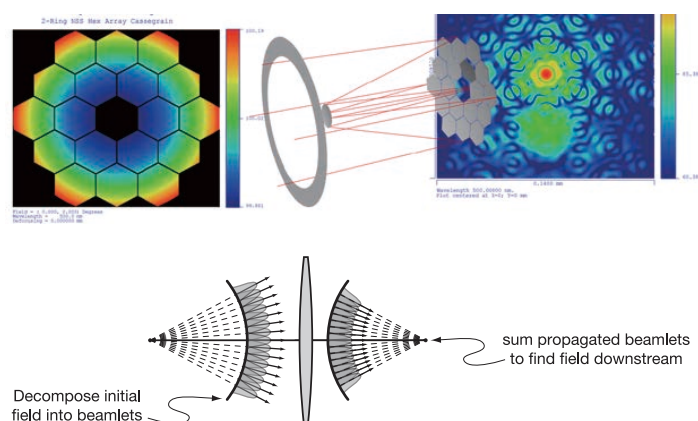


図6: ビームシンセシス伝播はビームレットベースの波動伝播アルゴリズムで、他の市販ツールよりも正確かつ効率的にビーム伝播解析を行えます

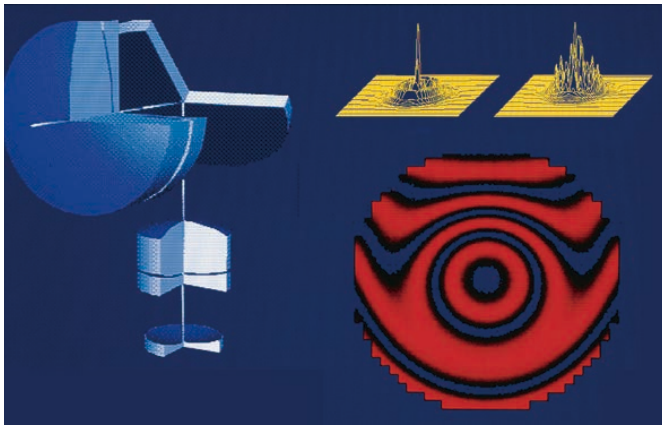


図7: CODE Vの横収差曲線、瞳マップ、スポットダイアグラム、MTF曲線、点像強度関数は、正確な結果を得るために高度なアルゴリズムを使用しています

CODE VはCOMに対応しており、特殊な解析作業を行う他のCOM対応アプリケーションのサーバーアプリケーションとして使用することができます。CODE VのMacro-PLUSは、強力でありながら習得しやすいマクロプログラミング言語であり、幅広いレンズの構造データや解析出力にアクセスできます。繰り返し作業を大幅に簡素化し、カスタム解析結果のグラフプロットを効率的に作成することができます。CODE Vのほとんどの解析オプションの入力はカスタマイズ可能ですが、すべての選択操作に負担はかかりません。すべてのオプションには、ソフトウェアの計算アルゴリズムやエンジニアリングに関する知識に基づいて、知能的なデフォルト設定値が用意されています。計算アルゴリズムに関する当社のソフトウェアの知識と、実世界の問題に対する適切な工学的知識に基づくデフォルト値を設定しています。これにより、お客様はCODE Vの結果に自信を持っていただくことができます。

### 公差解析・製造サポート

CODE Vは、ハードウェア向けの光学設計に使用され、市場投入までの時間を短縮し、設計が製造に至る前に製造上の問題を解決するための多くの高度な機能を備えています。お客様は、経常的および非経常的なコストを最小限に抑えながら、最高の性能を持つ製造可能な (As-Built) 光学設計を提供できると確信いただけます。機能は以下の通りです。

- CODE V独自の波面微分アルゴリズムを使用した、正確で非常に高速な公差解析機能
- RMS波面誤差を直接最適化するための高速波面微分アルゴリズムへの最適化アクセス
- 最も効果的なコンペンセーター群を決定するための特異値分解アルゴリズム
- 公差値を変更し、システム性能やコンペンセーターの動きへの影響を即座に確認できる会話型の公差解析

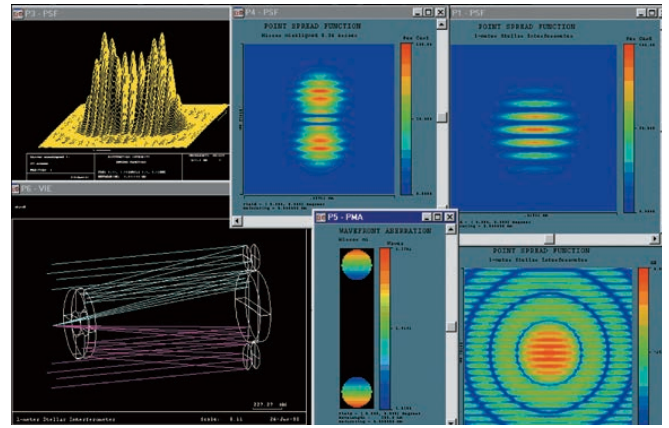


図8: ノンシーケンシャル光線追跡とは波動光学的解析機能を用いて、分離された開口部から生成された干渉縞を示す恒星干渉計

- 有限差分法およびモンテカルロ法による公差解析サポート
- 計測したインターフェログラムをシステムモデルに適用するインターフェログラムインターフェース
- 実機のインターフェログラム解析に基づいたシステムの自動調整
- IGES、SAT、STEPファイル形式でのCADエクスポート
- ズームレンズの機構部のCAM計算
- レンズエレメントの重量およびコスト分析 (材料および製造コスト)

CODE Vの感度および逆感度 (自動公差割り当て) 公差解析機能は、RMS波面、MTF、歪み、ゼルニケ波面係数などの測定可能な性能指標に基づいています。複数のコンペンセーターを定義し、必要に応じて公差のサブセットを補正するように制限することができます。また、ボアサイト補正も行うことができます。CODE Vのインターフェログラムインターフェースにより、測定されたレンズ表面の変形やシステムの波面データをCODE Vにインポートし、レンズモデルの一部として組み込むことができます。CODE Vのアライメント最適化は、測定された波面データを使用して、組み立てられた光学システムのアライメントを自動的に調整するために使用されます。ハードウェアが民生用、商業用、政府用のいずれであっても、光学機器の設計・開発を計画しているのであれば、CODE Vの統合された設計、解析、および製造サポート機能は、その作業に最適な光学ソフトウェアと言えるでしょう。

**ユーザーインターフェース**

- LDMスプレッドシート
- 面特性ウインドウ
- システムデータウインドウ
- 確認ウインドウ
- レンズ作成ウィザード
- ナビゲーションツールバー
- 標準メニューおよびツールバー
- カスタマイズ可能なツールバー (ユーザーマクロを含む)
- 出カウインドウのタブ表示
- Undo/Redo機能
- ヘルプ機能
- コマンドライン入力
- グラフ作成機能

**レンズ入力・編集 (LDM)**

- スプレッドシート入力およびコマンド入力
- サンプルレンズおよびパテントレンズ検索
- 市販カタログレンズ
- 組み込みプリズムモデル
- 「ブラックボックス」レンズモジュール
- ピックアップ/近軸解
- ズーム (マルチコンフィギュレーション)
- 偏心光学系
- アレイエレメント
- ノンシーケンシャルモデリング
- アフォーカルモデリング
- 組み込みガラスカタログ (IR/UV材質を含む)
- 回折特性
- 屈折率分布材質
- 多層膜コーティング
- 瞳アポダイゼーション
- 干渉計データ (面形状/瞳)
- 線形偏光子および位相子
- 複屈折材質
- 特殊面タイプ
  - シリンダー/トロイダル面
  - コーニック/スーパーコーニック
  - 回転対称、XY、アナモルフィック非球面
  - フレネルレンズ

**分析・解析オプション**

- 近軸光線追跡
- 実光線追跡
- 収差プロット
- ガウシアンビーム追跡
- 3次、5次、高次収差解析
- 非点収差・ディストーション解析
- 2Dディストーショングリッド
- 非点収差・ディストーション解析
- 瞳マップ
- フィールドマップ (Zernike多項式項を含む)
- フットプリント解析
- 画像シミュレーション

**最適化**

- 光線収差、波面収差、MTF、ファイバ結合効率およびユーザー定義評価関数
- ローカル最適化/Global Synthesis
- 厳密な制約条件制御
- 60以上の組み込みの制約条件タイプ
- ユーザー定義制約条件
- 効率的なガラス最適化 (UV/IR帯域を含む)
- Zernike係数最適化
- Glass Expert
- Asphere Expert

**画像評価オプション (\*偏光を考慮)**

- スポットダイアグラム
- ラディアルエネルギー
- 四分分解析
- 視差解析
- RMS波面誤差
- MTF (vs. 周波数, vs. フォーカス)\*
- PSF\*
- LSF\*
- エンサークルドエネルギー\*
- ディテクタエネルギー\*
- 1D/2Dパーシャルコヒーレンス解析\*
- ファイバー結合効率
- 偏光依存損失
- 回折ビーム伝播

**製造・公差解析オプション**

- レンズ表示
  - レンズプロット (2D, etc.)
  - レンズ素子/部品描画
  - 3Dモデル描画
  - ガウシアンビームプロット
- 公差解析
  - MTF/RMSベース
  - ディストーションベース
  - ファイバー結合効率/偏光依存損失
  - ユーザー定義公差解析
- CADエクスポート (IGES, STEP, SAT)
- サグテーブル
- コスト解析
- 重量/重心解析
- 原器合わせ
- ズームカム設計
- アライメント解析

**その他の機能**

- 強力なMacro-PLUSプログラミング言語
  - 多数のサンプルマクロ
  - 組み込みFFTおよび数学関数
- 温度・圧力による環境解析
- 照明解析
- 多層膜コーティング設計・解析
- NASTRANインタフェースマクロ
- スペクトル解析
- 透過率解析
- ゴースト像解析
- ナルシサス解析
- ユーザー定義グラフィックス
- COM APIインターフェースによるMATLABやExcelとのリンク
- 主要な光学アルゴリズムにおける並列処理のサポート

CODE Vの詳細およびデモのご依頼は、下記シノプシスのオプティカルソリューションのWEBサイトへアクセスあるいは、下記のメールアドレスまでご連絡ください。

WEBサイト : <https://www.synopsys.com/ja-jp/optical-solutions.html>

e-mail : [osg\\_sales\\_japan@synopsys.com](mailto:osg_sales_japan@synopsys.com)



日本シノプシス合同会社

〒158-0094 東京都世田谷区玉川2-21-1 二子玉川ライズオフィス e-mail : [osg\\_sales\\_japan@synopsys.com](mailto:osg_sales_japan@synopsys.com)