

ELS 光学レンズ 評価・設計ソフトウェア

V5.0.1 for 日本語 MS-Windows11

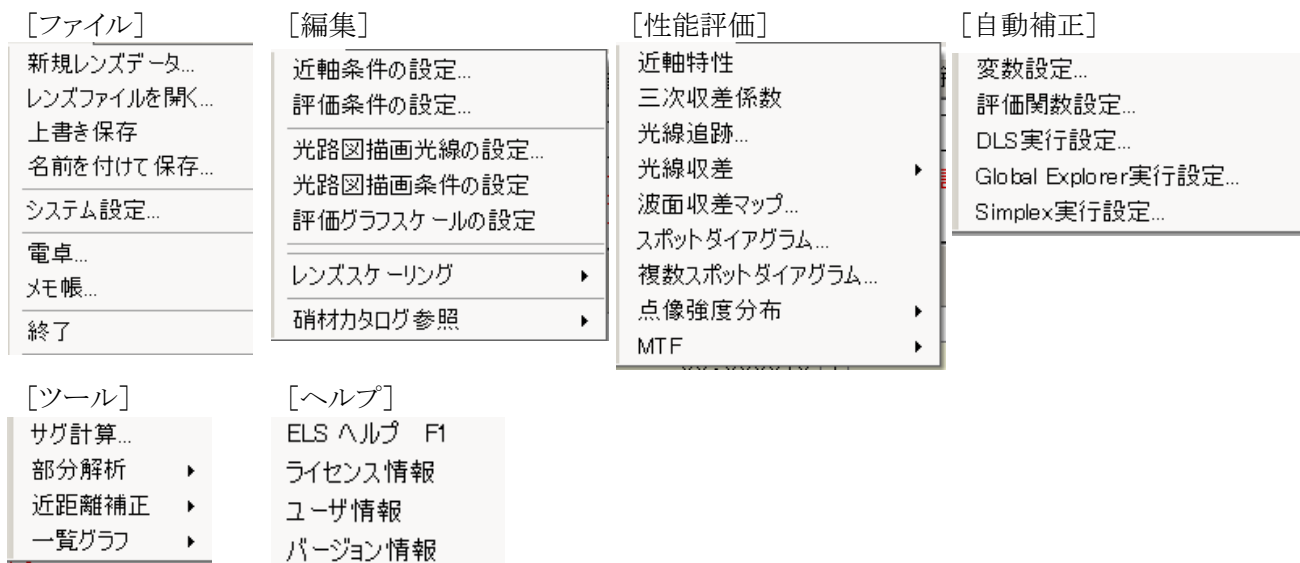
www.peknk.skr.jp

機能概要

ELS ラボ

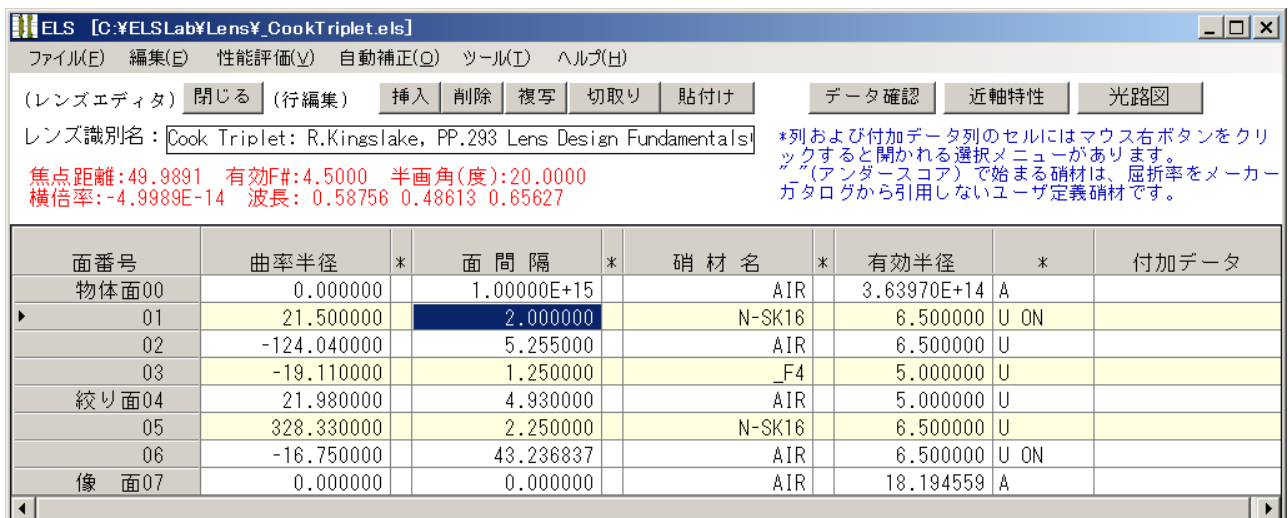
ELS は、光学設計（レンズ設計）の初心者や光学を専門としない方が容易に扱えるコンパクトな光学レンズ設計・評価ソフトウェアです。レンズ系の特性解析や結像性能評価を行い、非線形最適化機能に基づく自動設計機能を、対話ウィンドウを通して簡易に操作できます。最適化手法は、D.L.S 法と Downhill-Simplex 法に加え、エスケープ関数を付加して広域な解空間を探索する Global-Explorer (GE) を備えています。

ELS のメインメニューとサブメニューは次のように構成されています。



★レンズデータの入力・編集

[ファイル][新規レンズデータ]を選ぶか、[ファイル][レンズファイルを開く]を選んで、レンズデータを設定すると、次のように機能ボタンやスプレッドシートを含む**レンズエディタ**が開かれます。



スプレッドシートでは、レンズをの各面データ（頂点曲率、面間隔、硝材、有効半径など）を行単位に構成し、マウスクリックや矢印キーで各セルを移動し、キーボードから直接文字列や数値を入力指定できます。

- ・硝材カタログは、Schott, Hoya, Ohara, Sumita, Hikari を参照できます。ユーザ独自硝材も指定できます。
- ・ソルブやピックアップによるデータの間接指定は*マーク欄の右ボタンクリックメニューで指定します。
- ・非球面データや遮蔽は付加データ欄のセルクリックで開かれる対話ボックス（プロンプト）で指定できます。
- ・また、行選択と機能ボタン【挿入】、【挿入】、【削除】、【複写】、【切取り】、【貼付け】を用いることにより、レンズ面の構成を簡易に編集することができます。
- ・データの確認には、機能ボタン【データ確認】、【近軸特性】で数値表示、【光路図】ボタンで図形表示を利用できます。

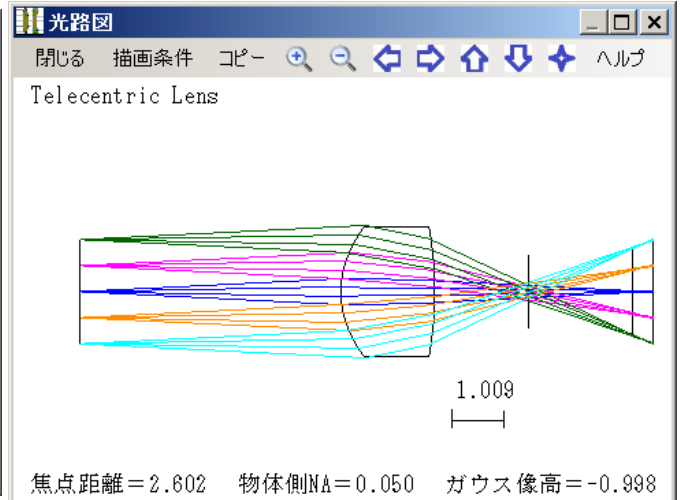
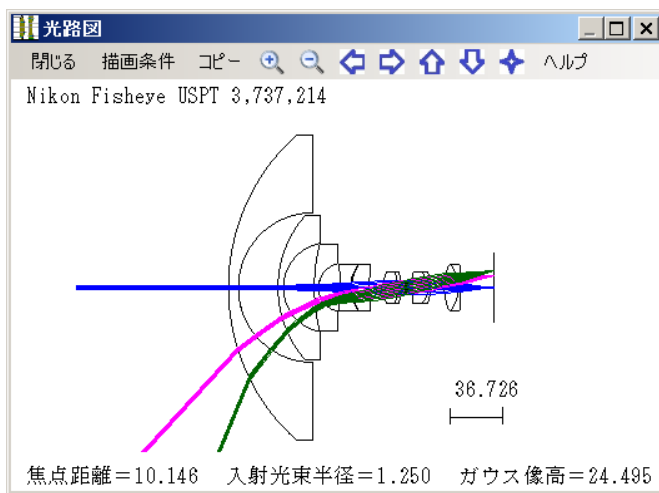
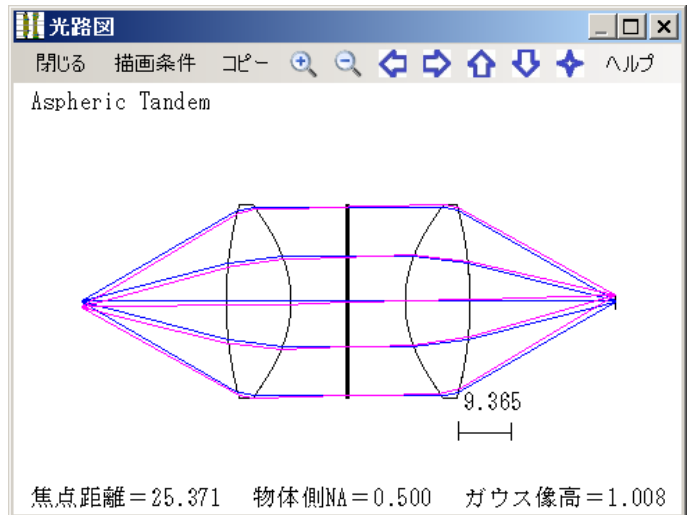
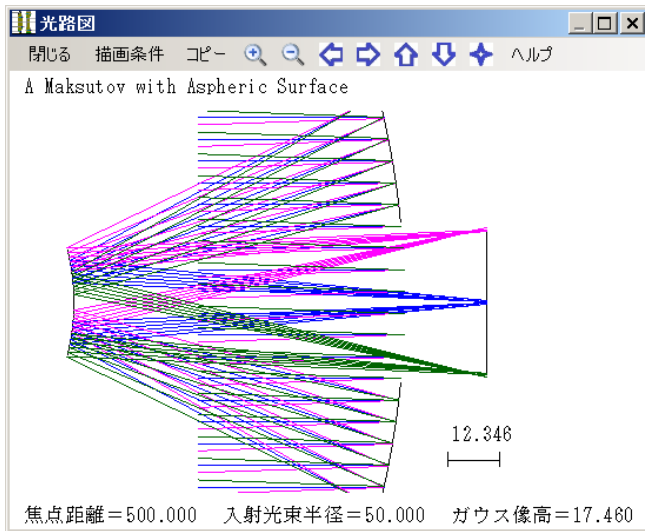
近軸条件設定データ

閉じる コピー

25Deg Field Triplet

***** 近軸条件設定データ *****

焦点距離	前側主点	後側主点	物点距離	像点距離
31.967879	6.201885	-3.773415	1.0000E+15	28.194464
物像間距離	全厚	全長	横倍率	
1.0000E+15	9.889411	38.083875	-3.1968E-14	
絞り指定	入射瞳位置	射出瞳位置	入射瞳半径	射出瞳半径
5	8.393308	-1.722578	5.000000	4.679235



【編集】 メニューのサブメニューでは、レンズの近軸仕様条件、光路図描画条件、収差などの評価条件を対話ボックス（入力プロンプト）で設定することができます。また、焦点距離あるいは定率の値による部分系の**スケール**を行えます。

（近軸仕様条件の設定項目）

- ・ **絞り面指定**：絞り面番号を指定すると入射瞳、射出瞳が算出設定されます。
- ・ **開口指定**：入射光束半径、物体側開口数、像側開口数、あるいは像側有効 F ナンバーのいずれかで指定できます。
- ・ **視野指定**：半面角、物体高あるいはガウス像高のいずれかで指定できます。
- ・ **横倍率指定**：近軸横倍率を指定すると、その値をもたらすように物体距離と像点距離を算出します。

（評価条件の設定項目）

- ・ **使用波長数**と各**波長**（ミクロン単位）およびその**荷重**を指定します。
- ・ **入射光線照準モード**：“標準”と“広角”を選択できます。“標準”モードでは、入射瞳面での開口比率座標で実光線追跡の入射光線が指定され、“広角”の場合は、絞り面で実光線追跡の入射光線が指定されます。
- ・ **像側参照球面位置の指定**：波面収差を計算するための像側参照球面半径の設定条件です。射出瞳位置、レンズ最終面、無限遠が選択できます。
- ・ **入射光の開口比率座標の定義**：入射光線照準モードが“標準”の場合に適用され、“光線の瞳座標比率”あるいは“光線の方向余弦比率”が選択できます。

★レンズの性能評価

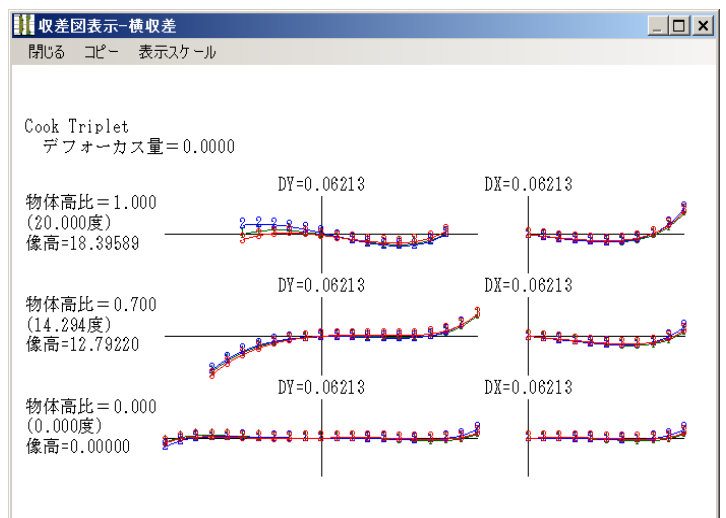
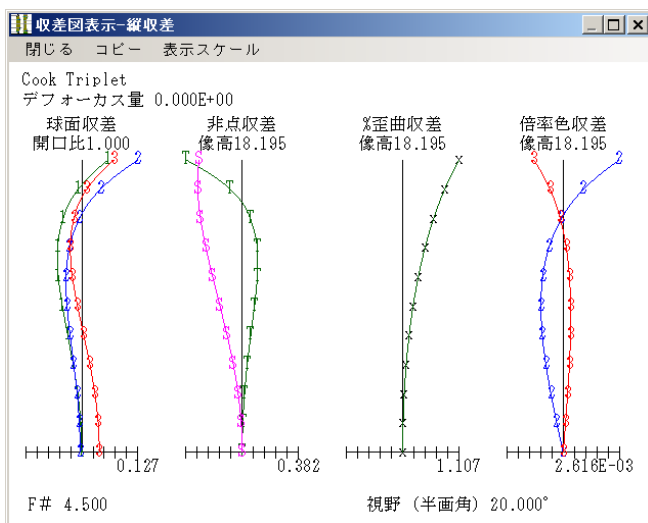
レンズ系の性能評価は、メインメニューの**【性能評価】**のサブメニューでを選択して開かれる対話ボックス（入力プロンプト）にもとづいて実行できます。

【近軸特性】では、近軸光線追跡にもとづいて焦点距離、像点距離、主点位置などの近軸諸値が出力表示されます。近軸光線は、開口と視野の指定にもとづいて**近軸軸上光線**と**近軸主光線**の2本の光線が追跡表示されます。

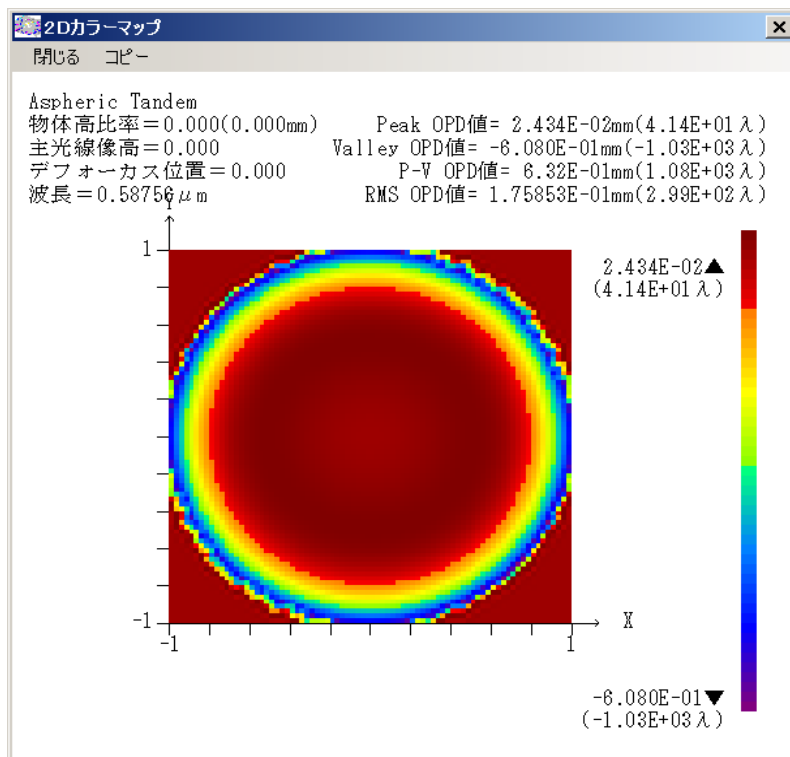
【三次収差係数】では、球面収差、コマ収差、非点収差、像面湾曲、歪曲収差の各面分担値と合計値を確認することができます。

【光線追跡】では、指定の高さの物点からレンズ系に入射する任意の光源の軌跡を数値で確認することができます。入射瞳あるいは絞り面の中心を通る主光線に対する非点収差や歪曲収差なども数値で出力表示されます。

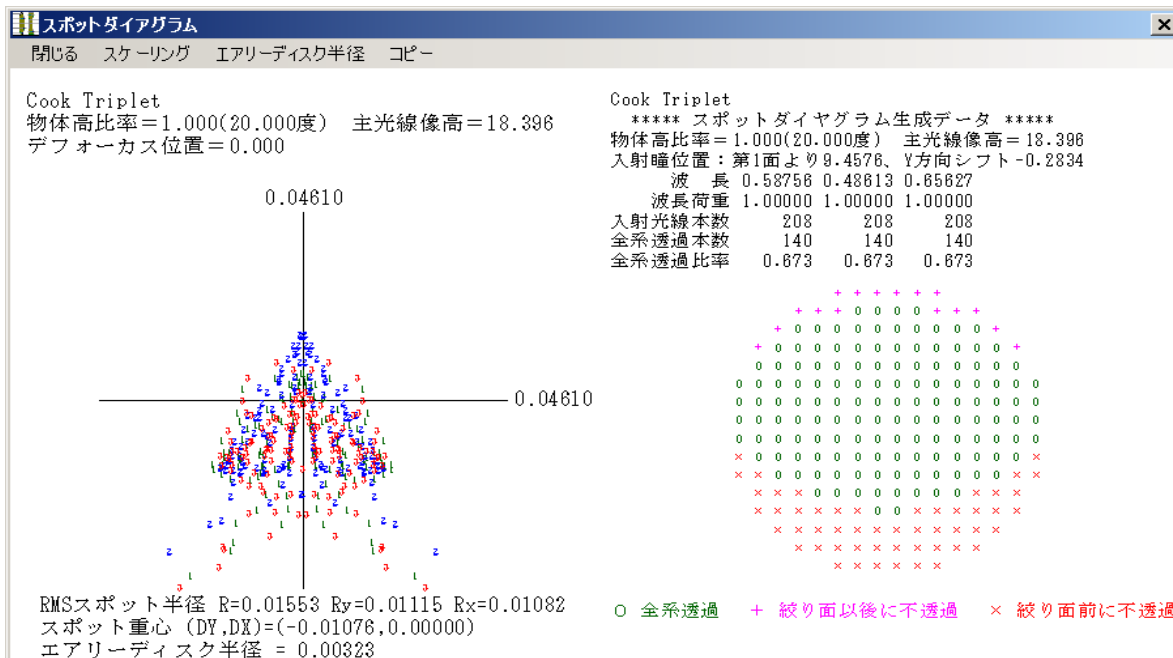
【光線収差】は、[指定物体高の収差(数値表示)]、[横収差(グラフ表示)]、[縦収差(数値・グラフ)]に分類選択できます。横収差は5つの物点まで、縦収差は、球面収差、非点収差、%歪曲収差、倍率色収差が同時表示されます。



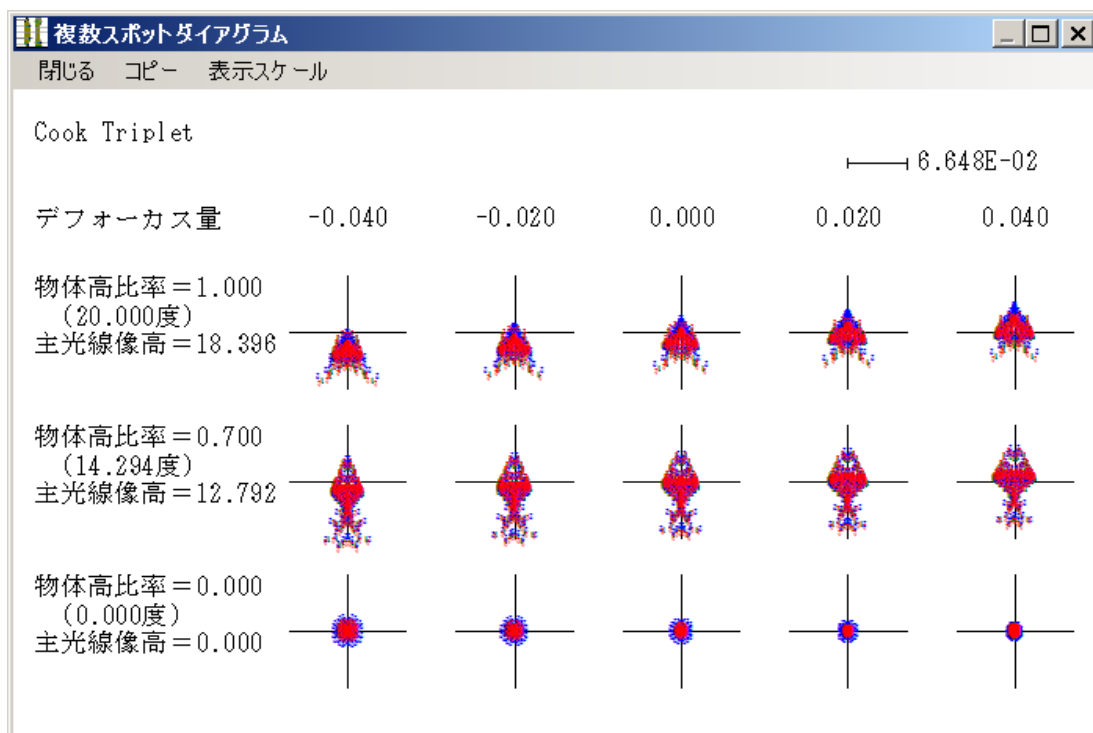
[波面収差マップ]メニューでは、指定の物点から入射瞳の開口グリッドへ分布入射する光線の波面収差を3Dあるいは2Dのグラフ表示としてマップ出力します。



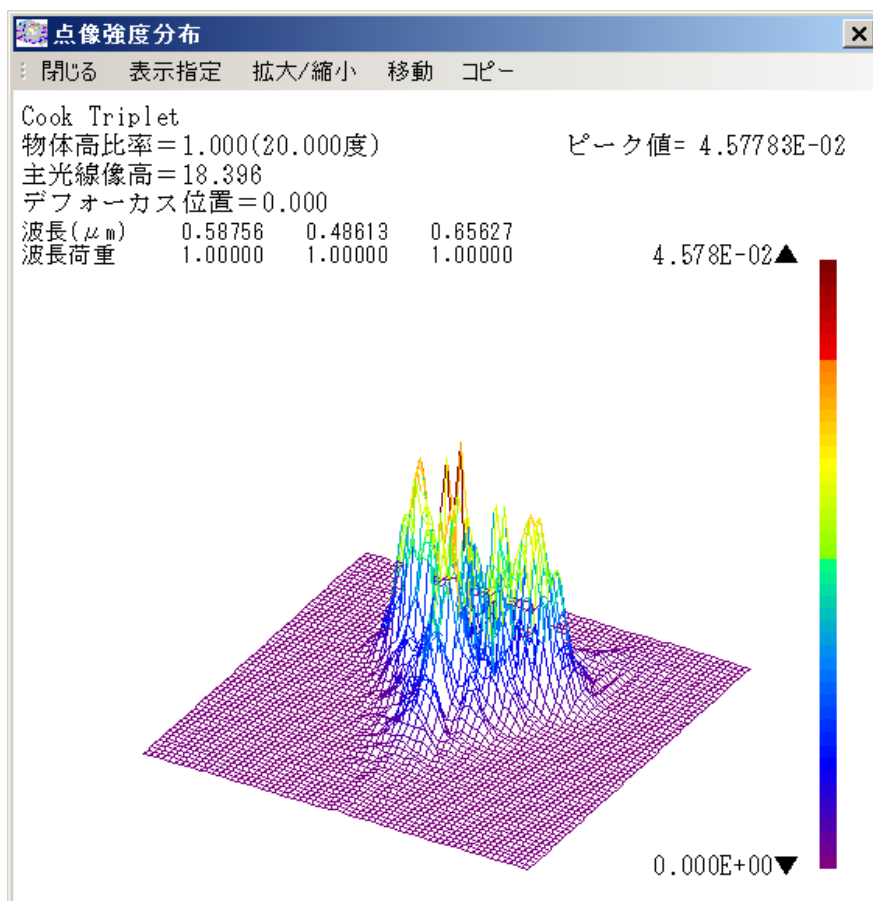
・[スポットダイアグラム]では、単一の指定物点に対するスポットダイアグラムが、口径蝕（ビネッティング）を示す開口グリッド図と共に出力表示されます。



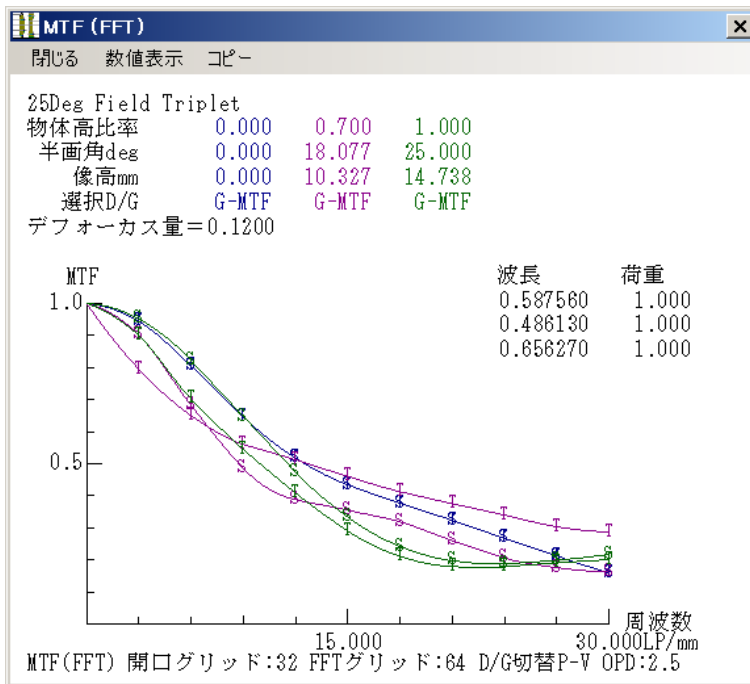
・[複数スポットダイアグラム]では、最大5つの評価物点からの各スポットダイアグラムをデフォーカス変化を含んで、同時に出力表示します。



・[点像強度分布]では、指定の物点から入射開口グリッドへ分布入射する光線を追跡し、像空間での波面収差にもとづいて、レンズ系の結像性能を評価することができます。



・[MTF] では、最大5つの指定された評価物点に対して、周波数 vs MTF 値をグラフまたは数値で同時出力表示します。波動光学的 MTF 計算を適用することの有意性を判断する指標として“D/G 切替 OPD”を指定することができ、実際の波面収差 (P-V OPD) にもとづいて、各物点ごとに自動的に幾何光学的 MTF と波動光学的 MTF を切り替えます。



★自動補正機能

自動補正は、最適化あるいは自動設計とも呼ばれ、各面の曲率(半径)や面間隔を変数として、主に収差を構成要素とする単一の評価関数を最小化する変数の組を探索する逐次近似機能を提供します。評価関数は、レンズ系の性能を表す単一の評価尺度として次のように定義されます。

$$\phi = \sqrt{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^m w_i (f_i(x_j) - f_i^T)^2}$$

ここで、 $f_i(x_j)$ は、収差や仕様条件など光学系の性能を測る評価要素で f_i^T はその目標値です。 x_j は各面の曲率や面間隔などの光学系を構成する要素です。最適化機能の目的は $f_i(x_j)$ の値を目標値 f_i^T に近く付けることによって、 ϕ の値を極小化する変数パラメータ x_j の組を求めることです。 w_j は各収差の相対的重要度(バランス)をとるための荷重です。一般的にこれら変数の組と評価関数の関係に線形性はありません。ELSは、このような多次元空間における非線形最適化問題の解を逐次近似手法により探索します。

初期光学系のデータをセットアップしたあと最適化を実行するためには、二つの準備作業が必要になり、それぞれ構成要素を編集するための対話ボックスが提供されています。

- ・各面の曲率や面間隔、非球面係数など**変数**パラメータの設定。各変数は、下限値、上限値の境界条件を設定できます。
- ・光学系の性能を測る**評価関数**の設定。光線収差、スポット半径、焦点距離など、現在値の目標値に対する誤差で構成されるので、誤差関数とも呼ばれます。

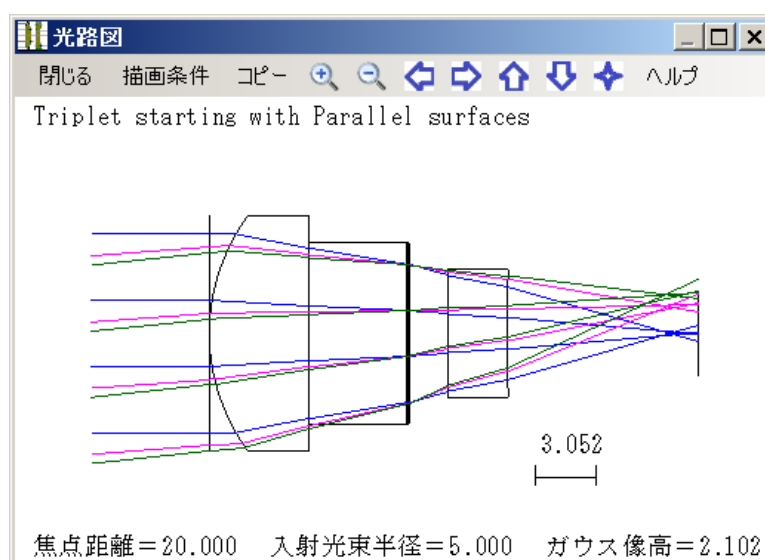
最適化手法は、複数の手法から選択実行することができます。

- ・LevenBerg-MarquardtのDamped Least Squares法 (DLS法、減衰最小自乗法)
- ・Nelder-MeadのDownhill Simplex法 (滑降シンプレックス法)

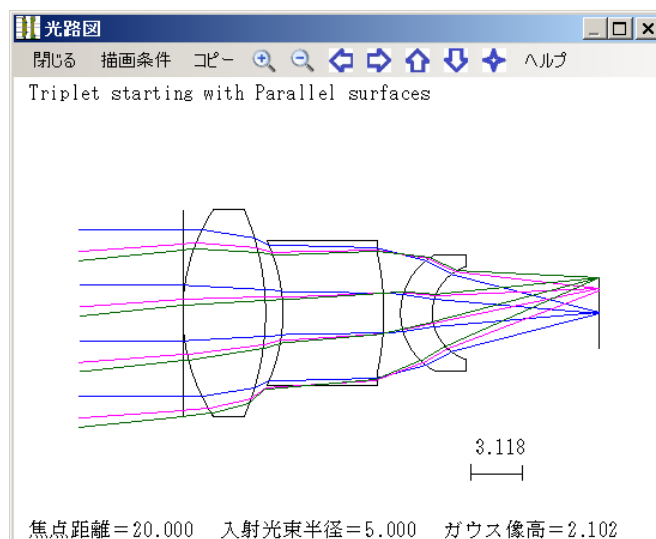
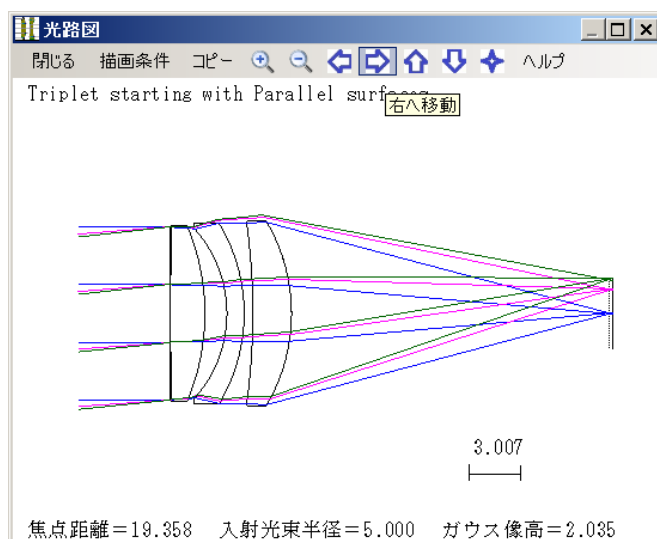
DLS法に対してエスケープ関数を付加して、より広範囲な解空間を探索可能にするグローバルエクスプローラ (Global Explorer:GE)を利用することもできます。

(最適化の適用例)

実行前の光学系



実行後の光学系の例



★作業補助ツール

[ツール]メニューでは、レンズ系の部分解析、近距離補正機能を含設計補助ツールを提供します。

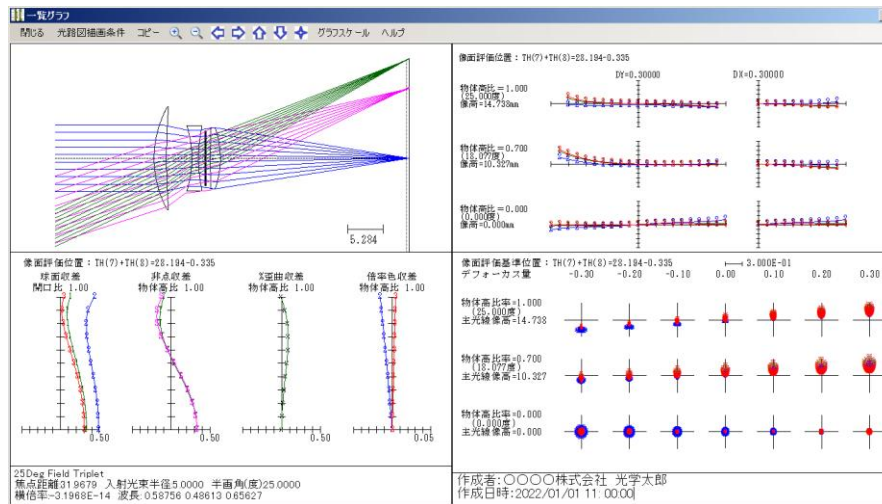
- **[サグ計算]**では、面番号で指定した面上の指定された半径の サグ量 (Z 座標) を計算表示します。
- **[部分解析]**では、開始面と最終面 で指定された部分系に対して、物体距離、像点距離、近軸横倍率の一つを与えたときの主点、焦点などの近軸諸値を解析することができます。
- **[近距離補正]**では、現在開かれているレンズデータに対して、指定された有限物像間距離になるように全系または部分系の位置を探索します。全体繰り出し、前玉繰り出し、内部移動の三種類の**近距離補正**計算を行えます。
- **[一覧グラフ]**では、複数のレンズ性能評価図を一覧できるグラフレポートを光路図と共に出力します。光路図および球面収差・主光線収差を含む収差図が標準で含まれ、それに付加する二つのグラフの組み合わせによって3タイプがあります。〈BR〉

様式A (FAN/SPD 付加)・・・複数物点に対する横収差図、スポットダイアグラム図を追加表示。

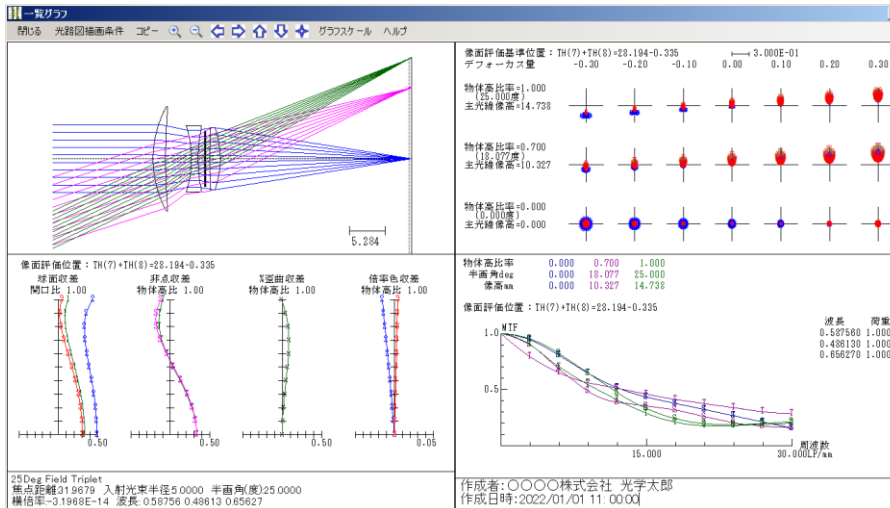
様式B (SPD/MTF 付加)・・・複数物点に対するスポットダイアグラム、MTF 図を追加表示。

様式C (FAN/MTF 付加)・・・複数物点に対する横収差、MTF 図を追加表示。

(一覽グラフ-様式Aの出力例)



(一覽グラフ-様式Bの出力例)



(一覽グラフ-様式Cの出力例)

