

アプリケーション\_DO.002:

# 矩形エリア(トップハット)に拡散照明する 回折光学素子の最適化

本書は、矩形トップハットを発生する回折型ディフューザーの設計を解説するものです。

キーワード: Diffractive Optics、Diffractive Optical Elements、回折光学素子、Diffusers、ディフューザー、拡散版、Top Hat

必須ツールボックス: Diffractive Optics Toolbox

関連アプリケーション: DO.001;DO.003

関連チュートリアル: 144.01



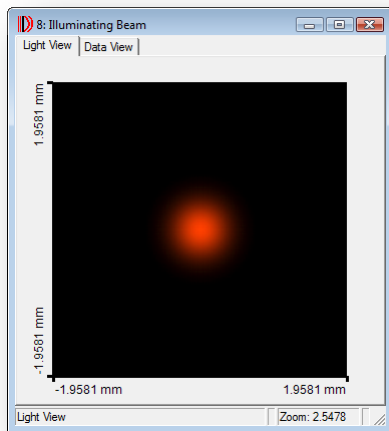
# モデリング概要

回折型ディフューザー

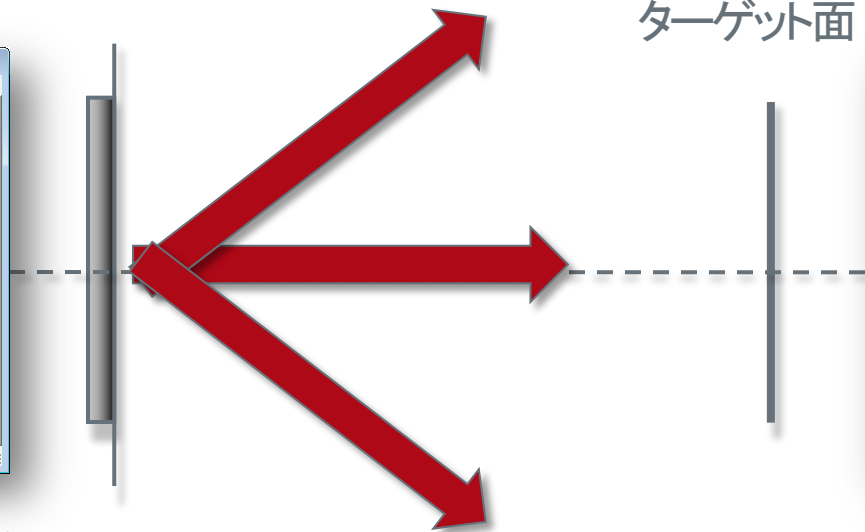
直径: 1.4 x 1.4 mm

位相レベル: 2

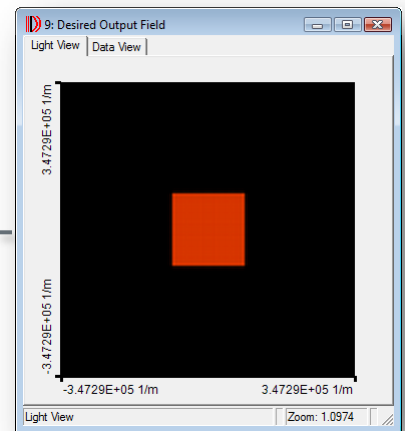
ピクセルサイズ:  $>1\mu\text{m}$



照明ビーム強度分布



ターゲット面

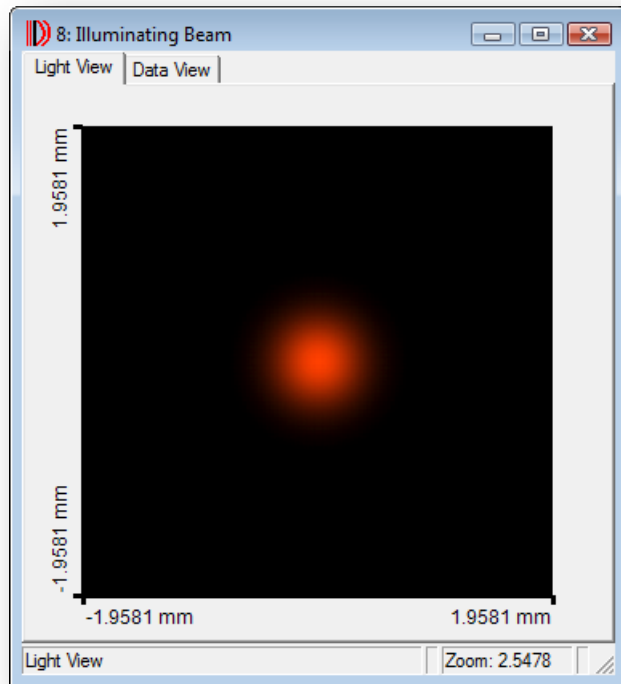


トップハット強度分布

角度スペクトラム設定

# モデリング概要

## 照明ビーム・パラメーター

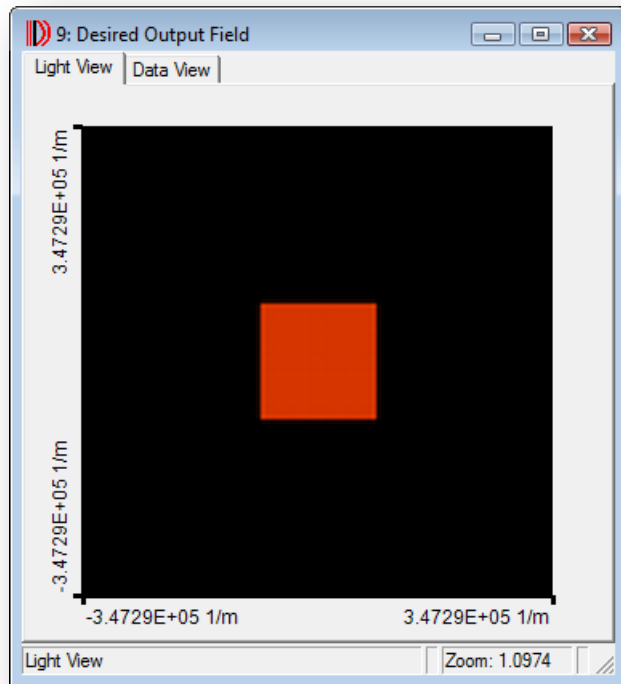


波長: 632.8 nm

ビーム径 ( $1/e^2$ ): 700  $\mu\text{m}$

# モデリング概要

## 出射フィールドのパラメーター



直径:  $1^\circ$

分解能:  $\leq 0.03^\circ$

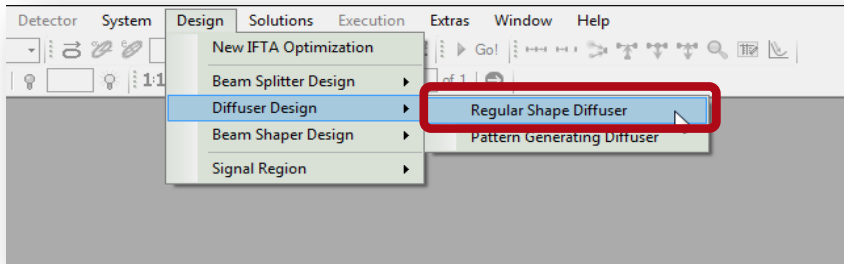
効率:  $>70\%$

迷光:  $<20\%$



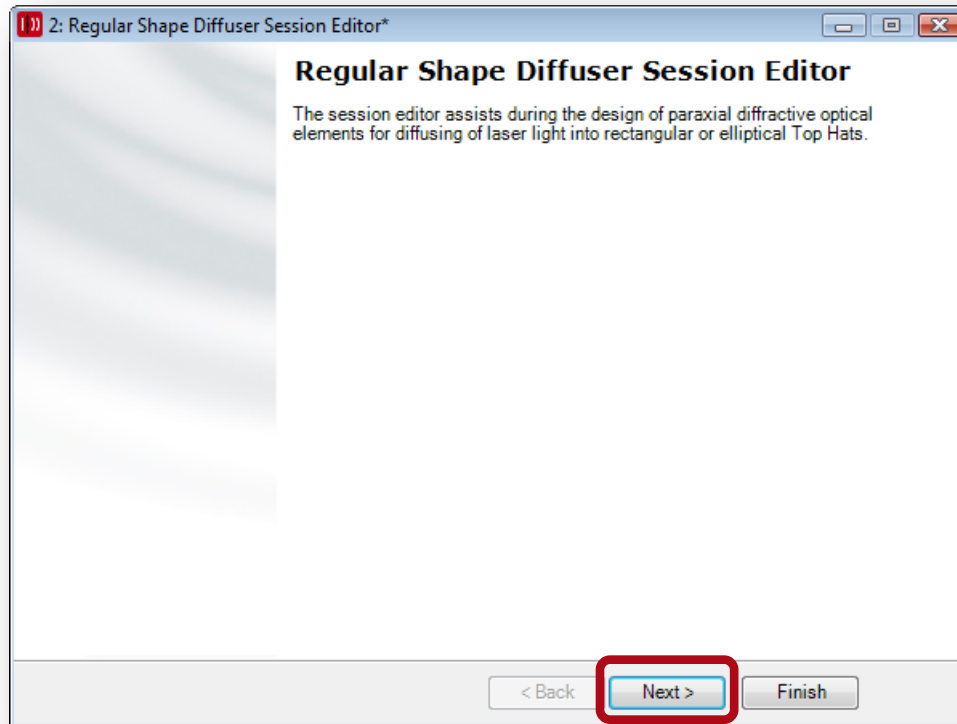
# Session Editorの設定

- ライン、サークル、あるいは矩形のトップハットなどは、Session Editorの“Regular Shape Diffuser”を用いて設定する事が可能です
- メニューからDesign → Diffuser Design → Regular Shape Diffuserをクリックし新たにSession Editorを起動します

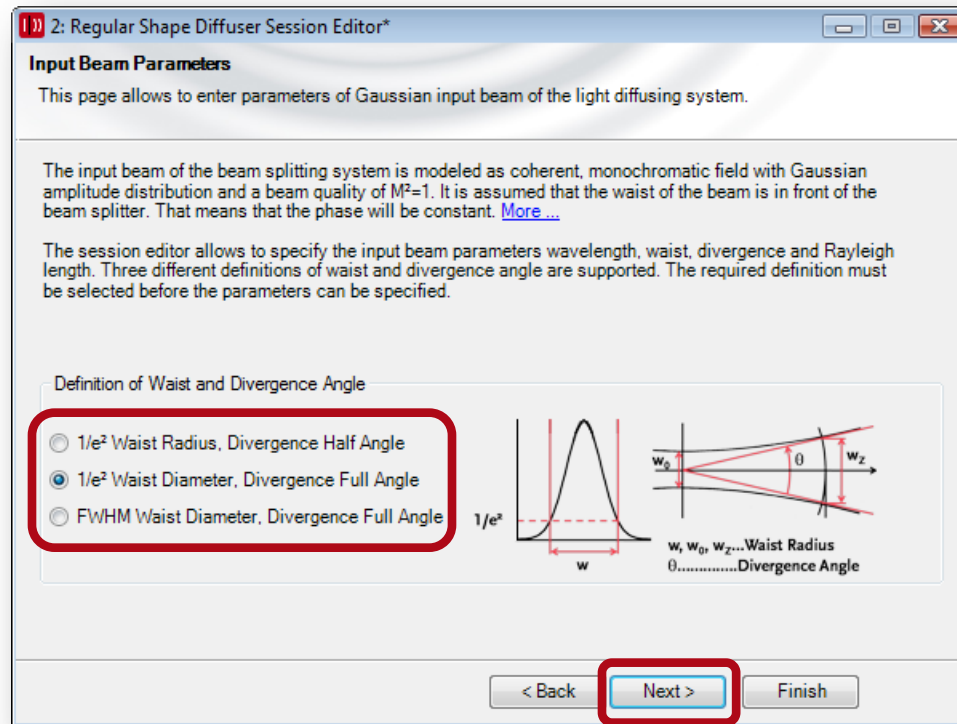


# 照明ビームの仕様

- “Next”ボタンを押し、光源の仕様設定から始めます



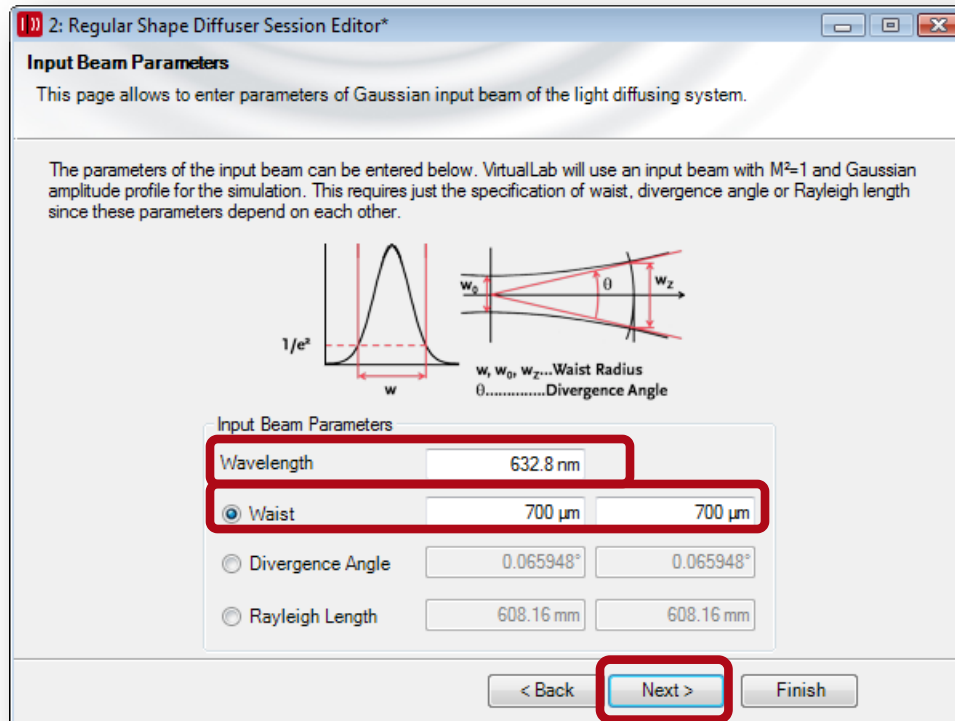
# 照明ビームの仕様



- 左図のページにて、照明ビームの直径、発散角度などの設定を行います
- $1/e^2$  Waist Diameterおよび Divergence Full Angleを選択します
- Nextボタンをクリックします



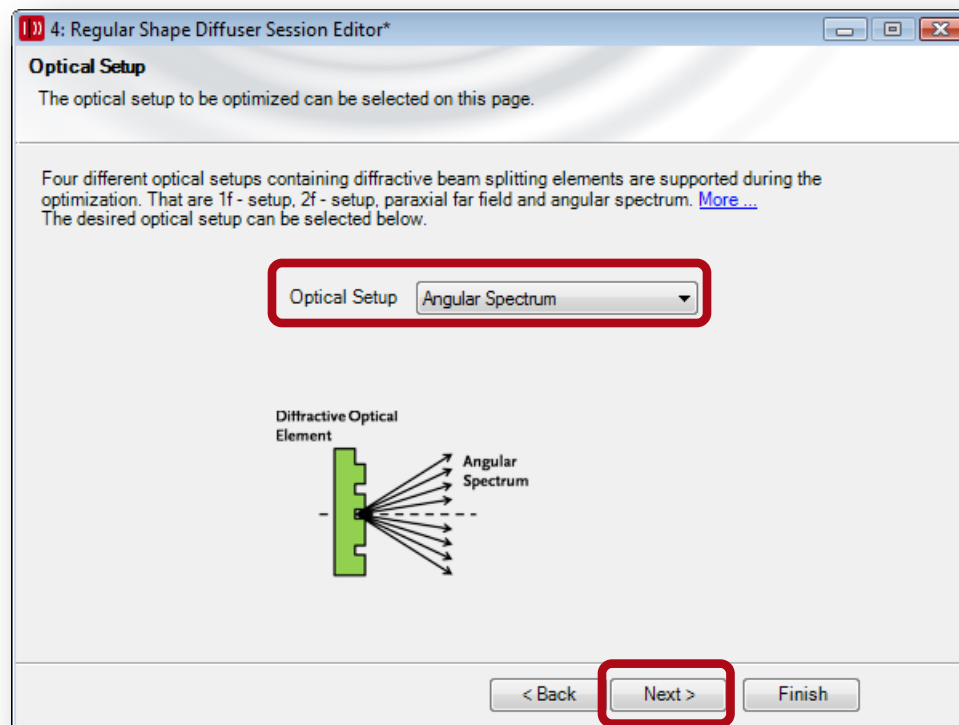
# 照明ビームの仕様



- 左図のページでは、光源の設定が可能です
- VIRTUALLAB™ では、常にガウシアンビームを想定しております
- 波長: 632.8 nm
- ウエストの仕様を700  $\mu\text{m}$  x 700  $\mu\text{m}$ と入力します
- NEXTボタンをクリックします



# 光学系の仕様

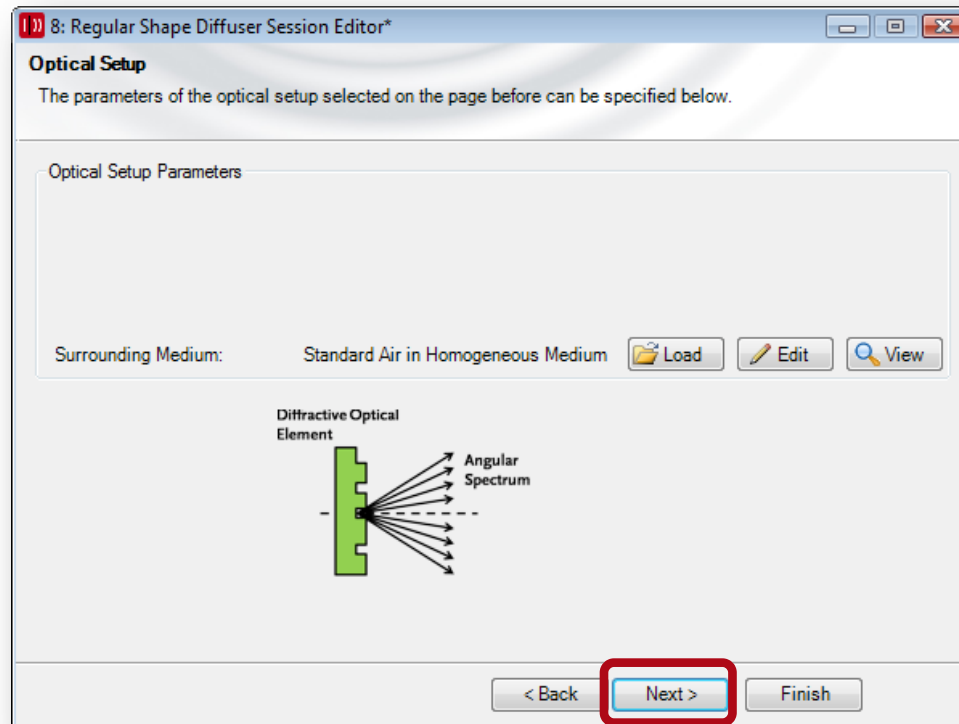


- 左図のページでは、光学系の基本設定を行います
- Session editorでは、光学系の設定に、1f/2f セットアップ、近軸無限遠、角度分布をサポートしております
- 1f/2f セットアップまたは近軸無限遠をご希望の場合は次のページで、さらに仕様を入力する必要があります
- Angular spectrum(角度分布)を選択肢、“Next”をクリックします

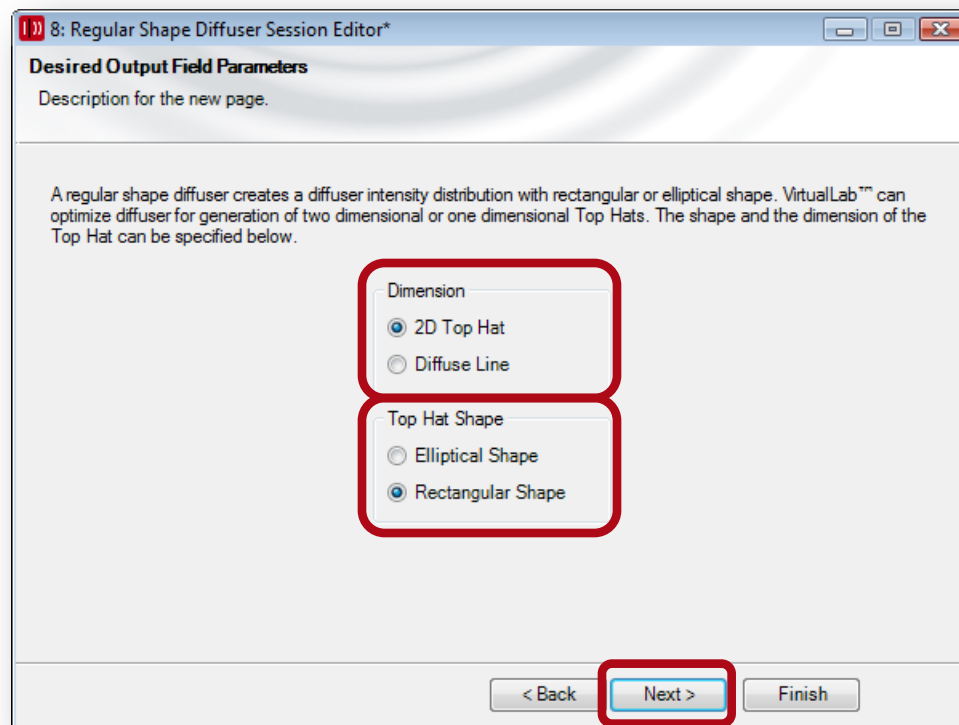


# 光学系の仕様

- Surrounding Medium (包括媒体) にStandard Airとします
- “Next” ボタンを押します



# 出射フィールドの仕様



- Session editorにて、トップハットまたはラインを発生するディフューザーの設計が可能です
- 2D Top Hatを選択します
- Rectangular Shapeを選択します
- Nextボタンを押します



# 出射フィールドの仕様

8: Regular Shape Diffuser Session Editor\*

**Desired Output Field Parameters**

Parameters of the diffuse light pattern can be specified below.

Top Hat diameter and resolution can be specified below. In order to get an optimal resolved speckle pattern the laser beam diameter ( $1/e^2$ ) in the target plane should be approximately two times the resolution of the diffuser. It is recommend to use the 'Optimize Resolution' button to adapt the resolution on the beam diameter. Additionally an offset of the diffraction orders can be specified and the intensity of the higher orders relative to the desired orders can be limited. [More...](#)

Specification of Orders

Top Hat Diameter

Resolution   Optimize Resolution

Off-Axis Design

Offset   Suggest Optional Offset

Stray Light Intensity

☒ Limit Intensity of Stray Light

Maximum Relative Stray Light Intensity

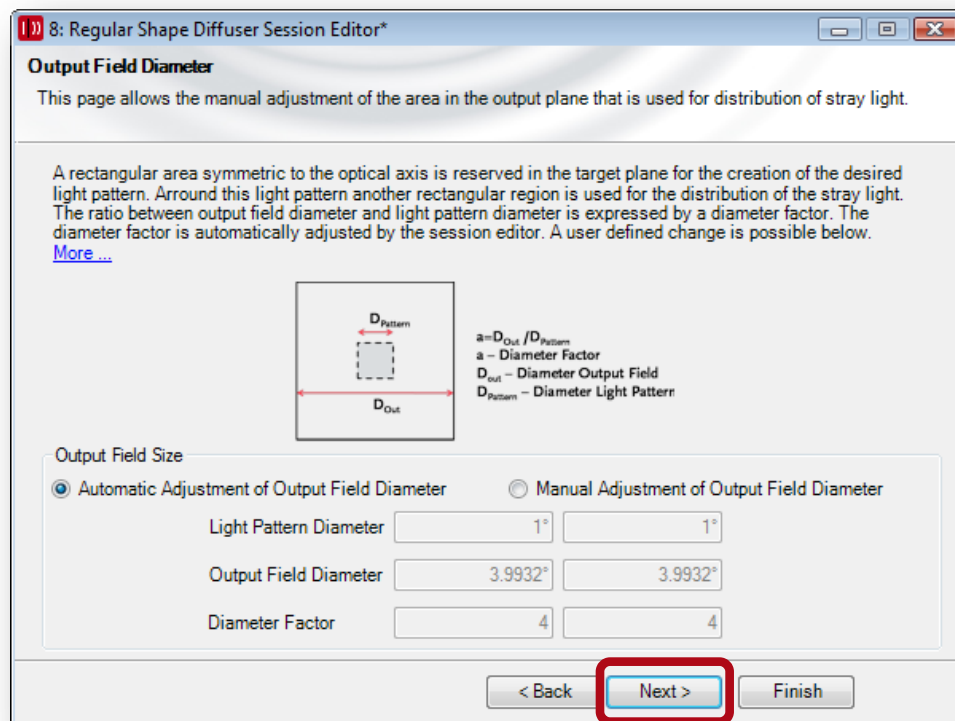
< Back **Next >** Finish

- トップハットのサイズを  $1^\circ \times 1^\circ$  とします
- トップハットの分解能は  $0.03^\circ \times 0.03^\circ$  とします
- 迷光の最大値を“20% Limit Intensity of Stray Light” とします。“Maximum Relative Stray Intensityを、15%とします”



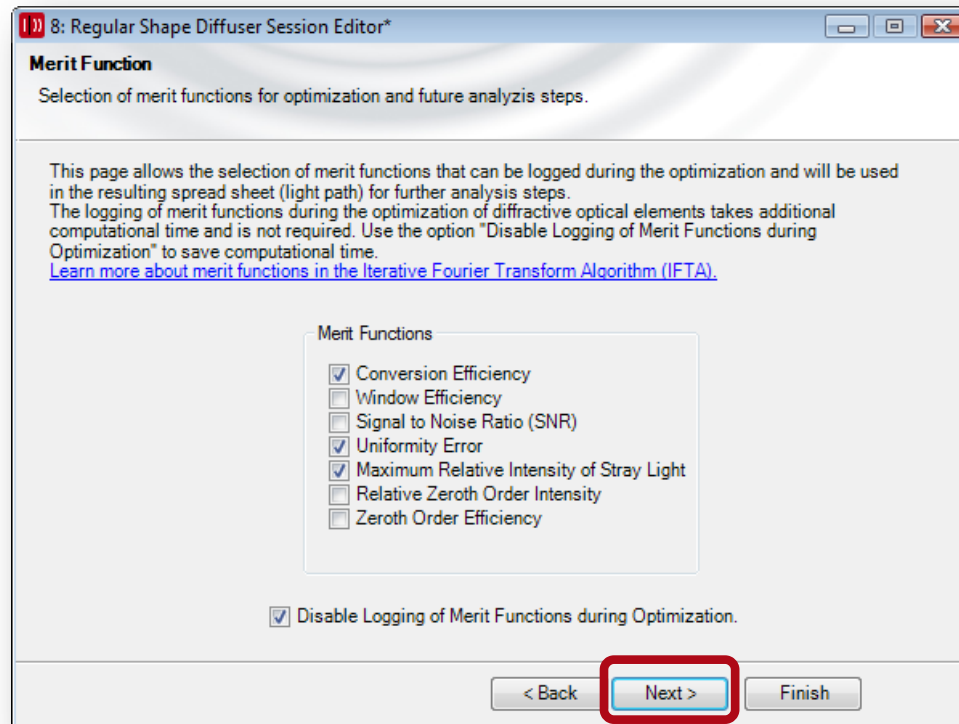


# 出射フィールドの仕様



- 回折型ディフューザーは一般的に全光束を偏角できる訳ではありません
- 迷光は回折角度よりも大きく偏角されます
- 迷光を考慮するために、ターゲット面に十分な大きさが必要となります
- ターゲット面における、出射フィールドのサイズを左図のダイアグラムで確認できます。マニュアルモードを選択すると任意のサイズにする事が可能です。

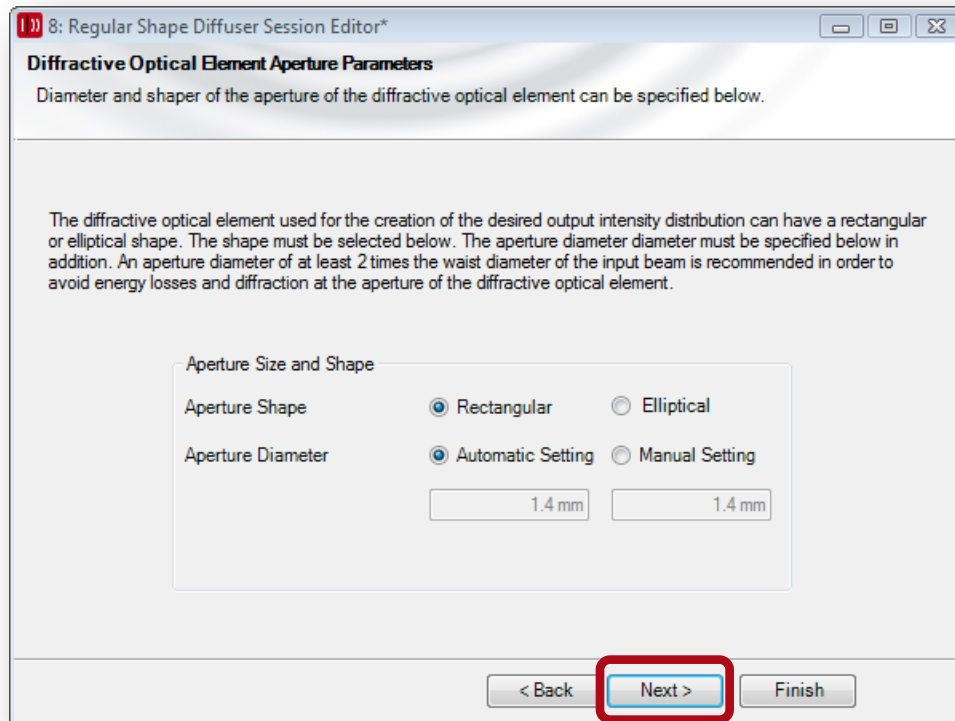
# メリットファンクションの選定



- 左図のダイアグラムではメリットファンクションの選定が可能です
- 最適化作業中のメリットファンクションのログ情報を表示するか否かを選択できます。表示しない方が演算スピードが上がります。



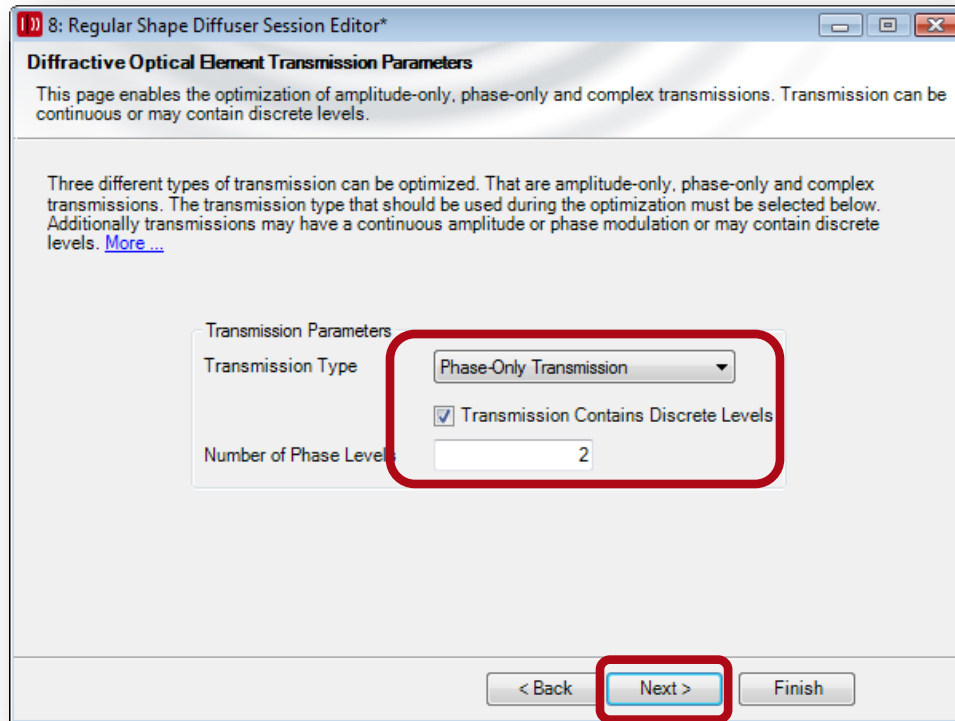
# ディフューザー・アパチャーの仕様



- ディフューザーの”Aperture Shape”を”Rectangular”とし、“Aperture Di meter”を“Automatic”に設定します
- Aperture diameter(開口径)は入射ビーム径( $1/e^2$ )の2～3倍の大きさにします

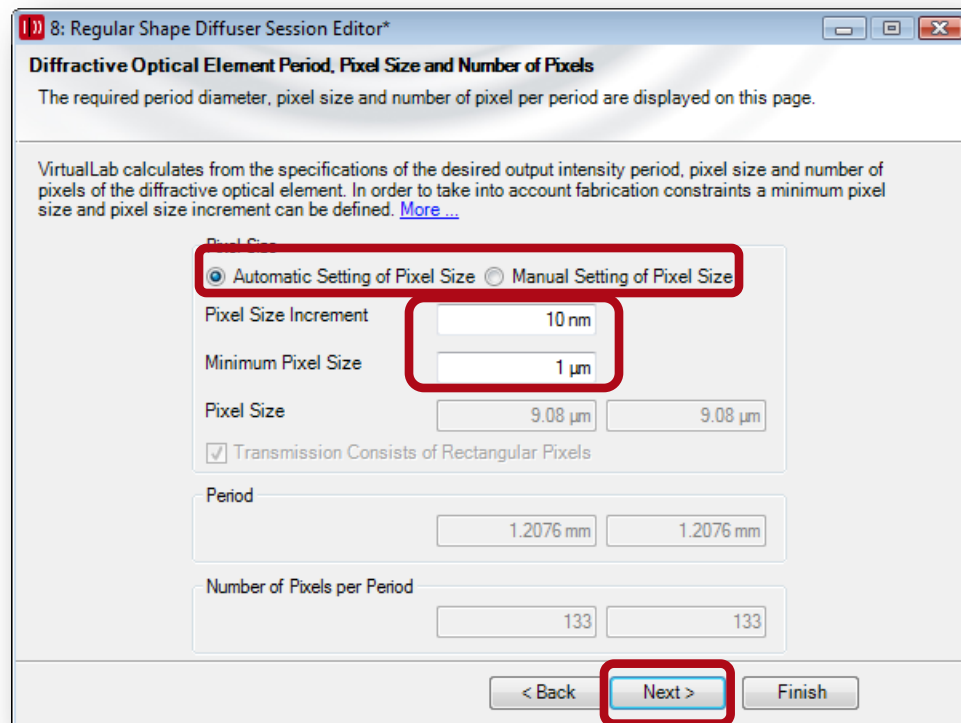


# DOE Transmission(光学機能等価面)の仕様



- VIRTUALLAB™にて  
ディフューザーの光学機能  
等価面の最適化を行います
- 次に、ステップ構造の高さを  
計算します。詳細は  
tutorial DO.8 をご参照下さい。
- “Phase-Only Transmission”を  
選択します
- “Transmission Contains  
Discrete Levels”にチェックを  
入れます
- “Number of Phase Levels”を  
“2”にします

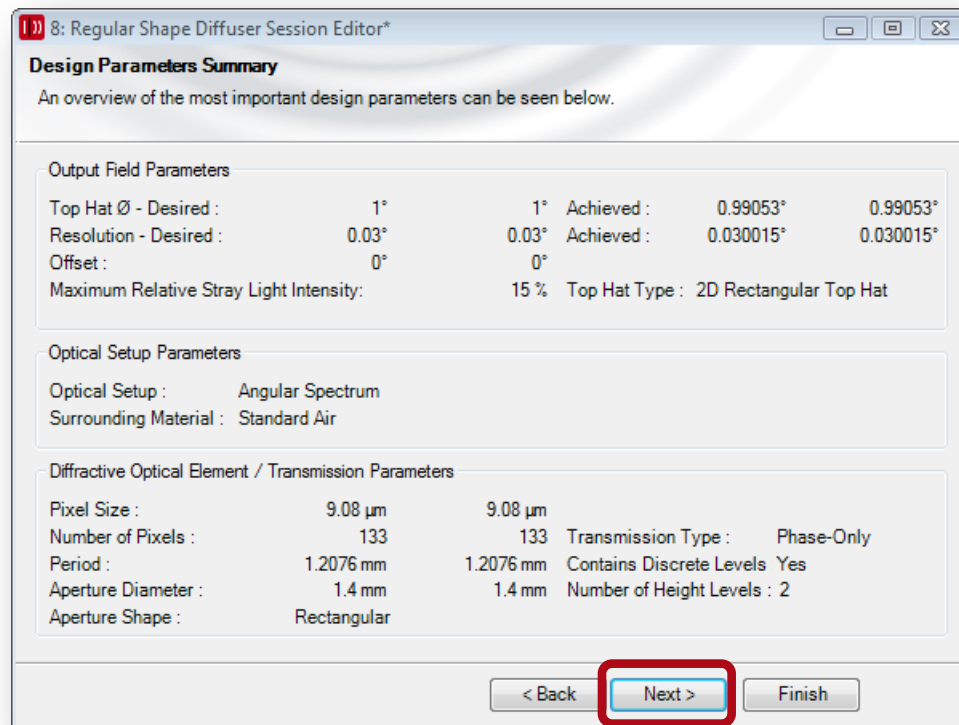
# DOE 光学機能等価面の仕様



- ピクセルサイズと回折周期は自動的に計算されます
- “Pixel Size Increment”を10 nm、“Minimum Pixel Size”を1  $\mu\text{m}$ としました
- “Pixel Size Increment”は成形工程における、加工のラテラル方向のステップです
- 経験豊富なユーザーは、Pixel Sizeなどを、実際に用いる加工装置に合わせて設定して下さい



# パラメーターの総括

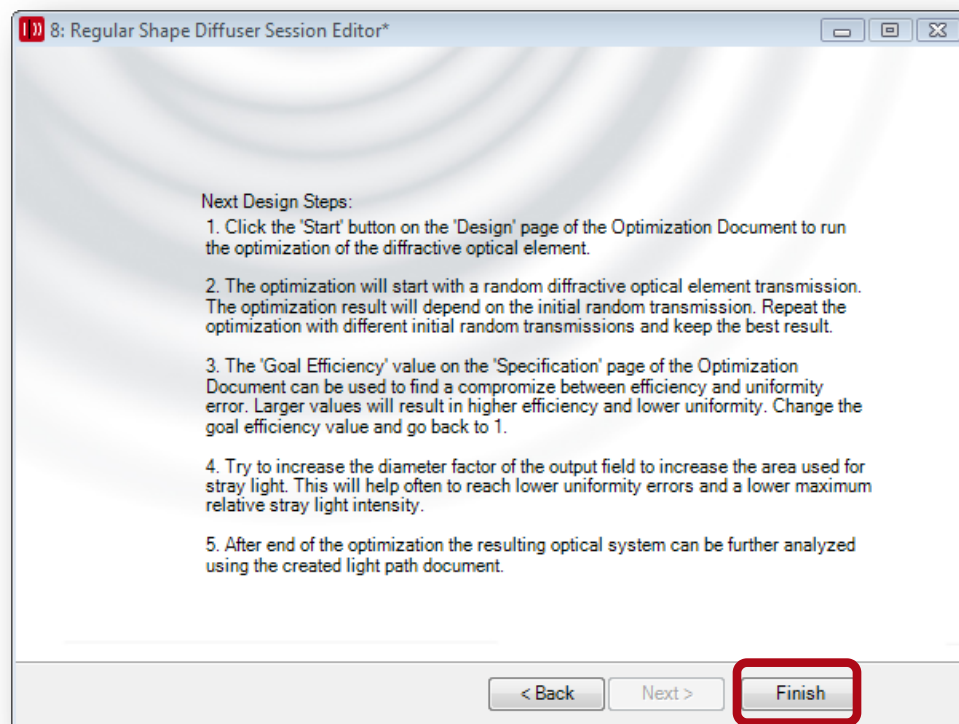


- 左図のダイアグラムは、ユーザーによる、あるいは自動的に設定された、重要パラメーターを総括したものです
- 最も重要なのは、トップハット形状の大きさと、分解能の設定値と、計算結果です
- “pixel size increment”と“minimum pixel size”により設定値通りにならないため、確認が必要です





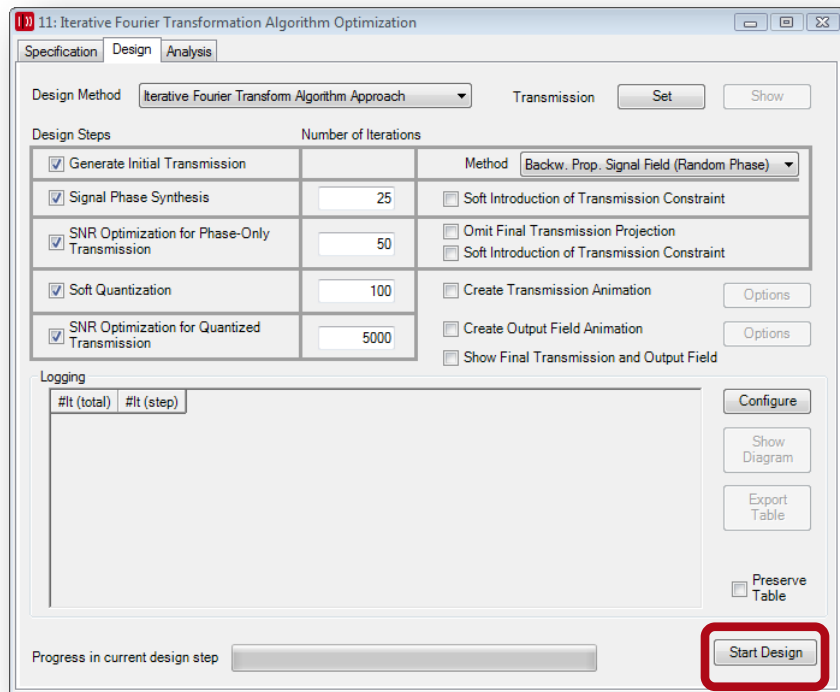
# 次の設計工程



- “session editor”の最終頁は左図のダイアグラムで、次の設計工程への提言を記しております
- “Finish”ボタンを押す事により最適化を行う“Optimization Document”と、設定した回折型ディフューザーを含む光学系のシミュレーションを行う“Light Path Diagram”が作成されます



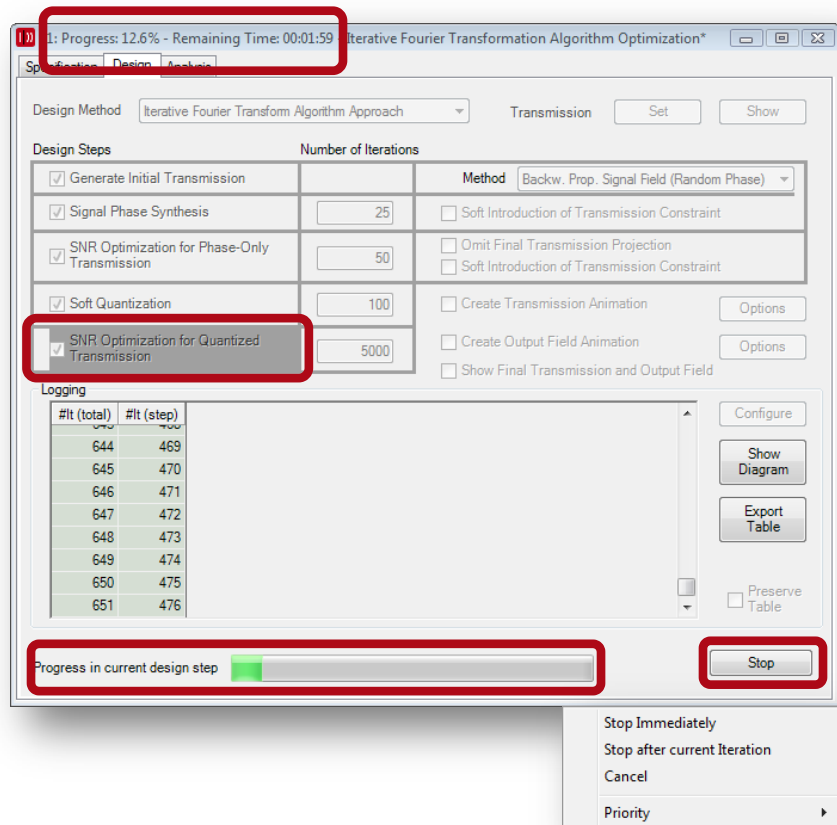
# ディフューザーの最適化



- “Iterative Fourier Transformation Algorithm Document”を開きます
- 左図のダイアグラムは“Design”タブです。最適化の反復回数を設定します。
- “Start Design”ボタンを押して、最適化を開始します
- “SNR Optimization for Quantized Transmission”は、最適化が進まない場合、自動的に止まります。設定した反復回数に至らない場合もあります。

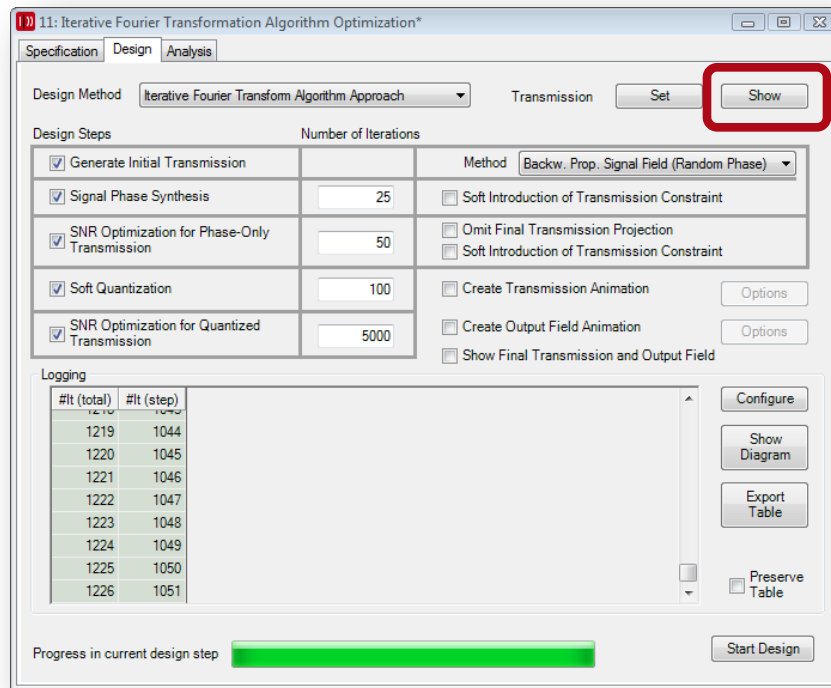


# ディフューザーの最適化



- 最適化の作業は、ピクセル数や反復回数により、時間が掛かる事があります
- 最適化作業は、”Stop”ボタンにより中断する事が可能です
- ダイアログ下部のウィンドウに最適化の進行状況を確認する事が可能です
- 現在進行中の最適化ステップはグレー化して示されます
- 全最適化工程における進行状況はダイアログ最下部のバー表示に示されます

# ディフューザーの最適化

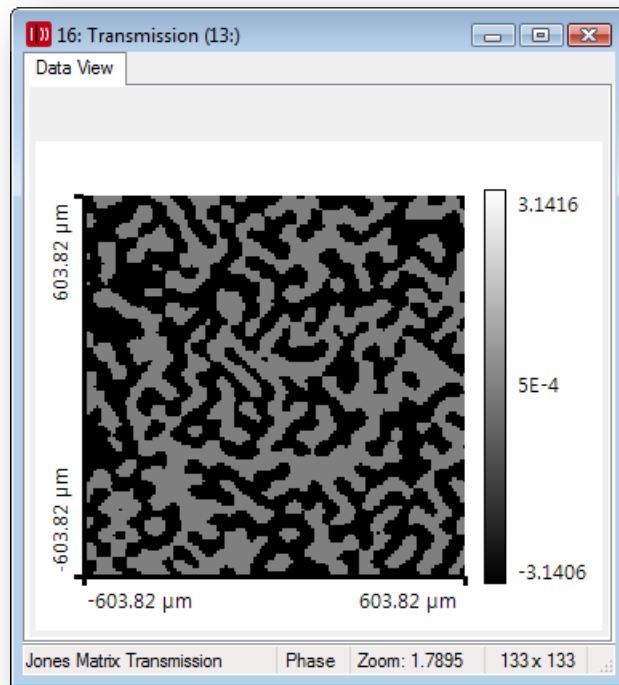


- 最適化作業終了後に、“Show”ボタンにて、ディフューザー・トランスミッション（光学機能等価面）の確認が可能です
- “Set”ボタンでは、最適化されたものと別の光学機能等価面を定義する事が可能です。新たに定義された光学機能等価面を最適化作業のスタートポイントとして、新たに最適化作業を行い、更なる評価が可能となります。

つづく



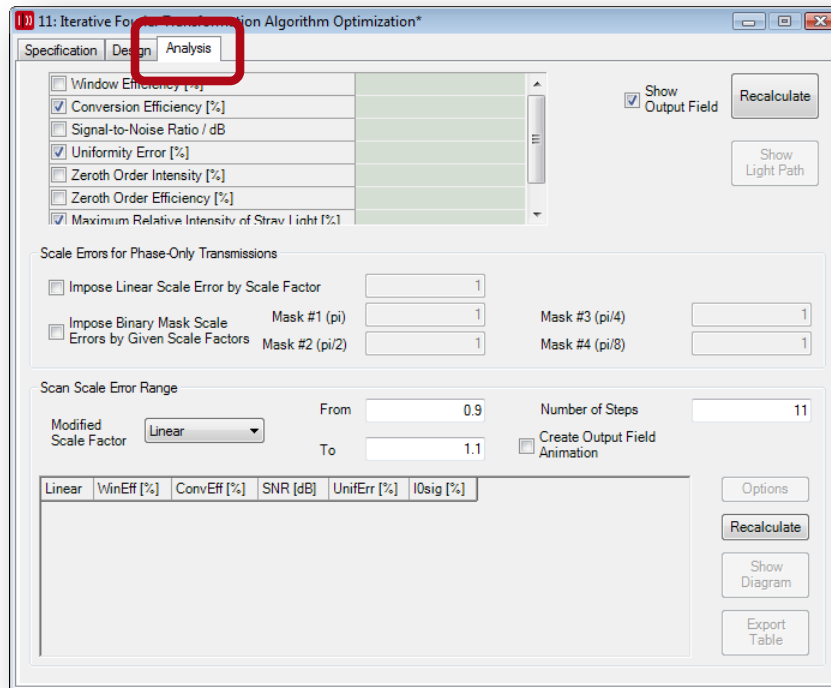
# 最適化されたトランスミッション



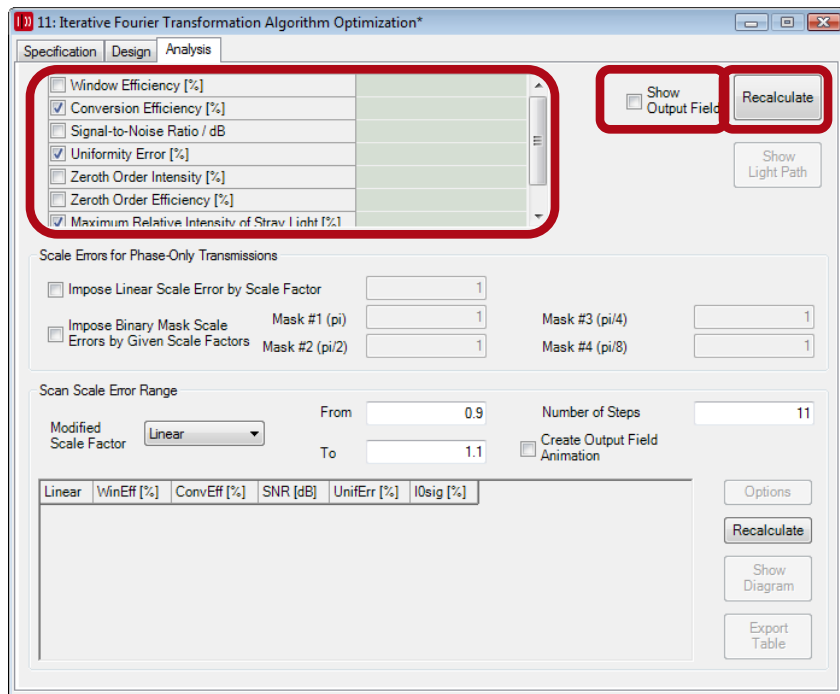
- 最適化されたトランスミッションの“Data View”。メニュー上のツールバーの  $\varphi$  ボタンを押して位相分布表示をします。
- 回折型ディフューザーの最適化がランダム位相から開始されるため、結果は最低化工程毎で変わります

# システム評価

- 最適化終了後に、“Analysis”タブを開き、メリットファンクションを計算します

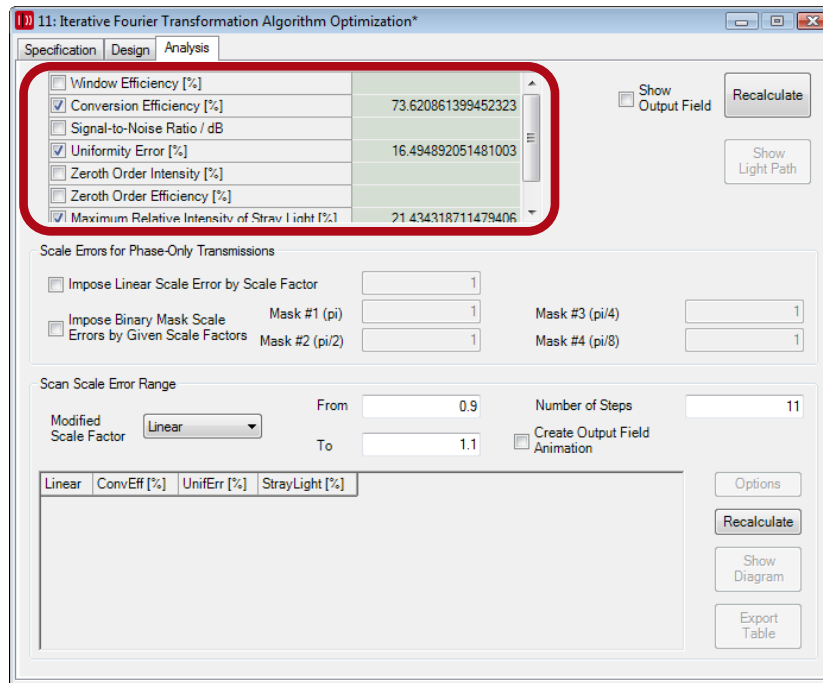


# システム評価



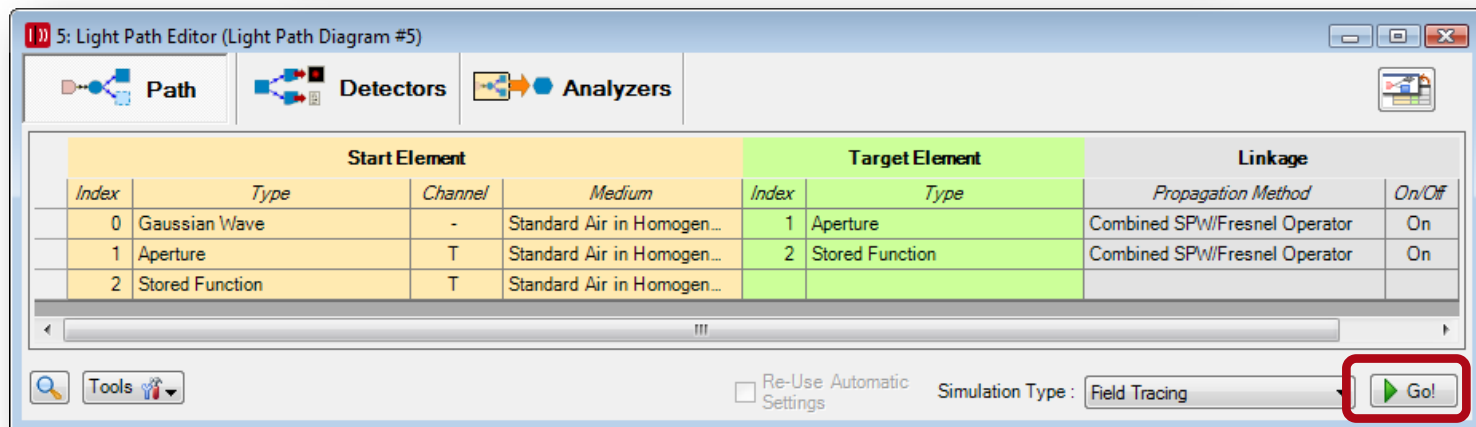
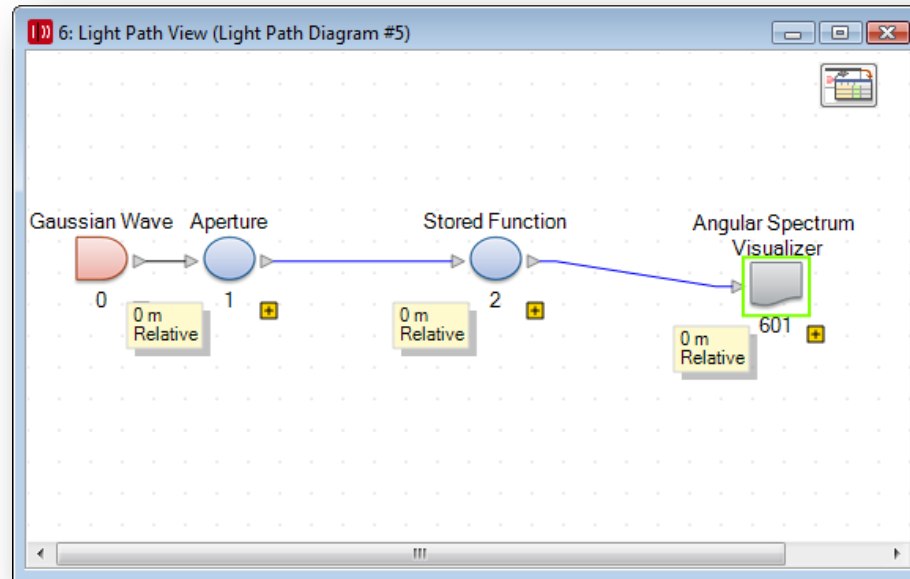
- 出射フィールドにおける、評価を希望するメリットファンクションを选定します
- “Show Output Field”ボタンのチェックを外します。詳細のシミュレーションは Light Path Diagramで行います。
- “Recalculate”ボタンを押すと、选定したメリットファンクションの値が表示されます

# システム評価



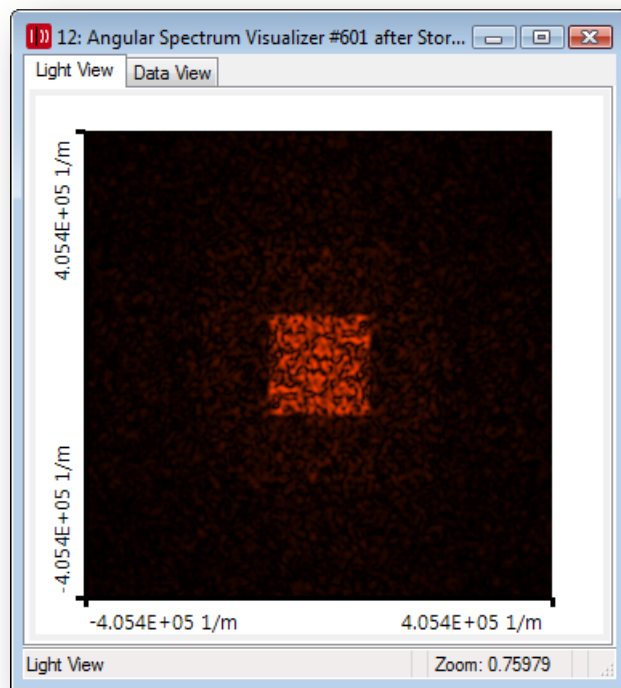
- 左図に赤枠でマークした部分にメリットファンクションが表示されます
- 最適化はランダム位相を初期値としており、最適化毎に結果は異なります
- 最適化作業は複数回行い、メリットファンクションを確認し、ベストな結果を得られるトランスミッションを保存します

# Light Path

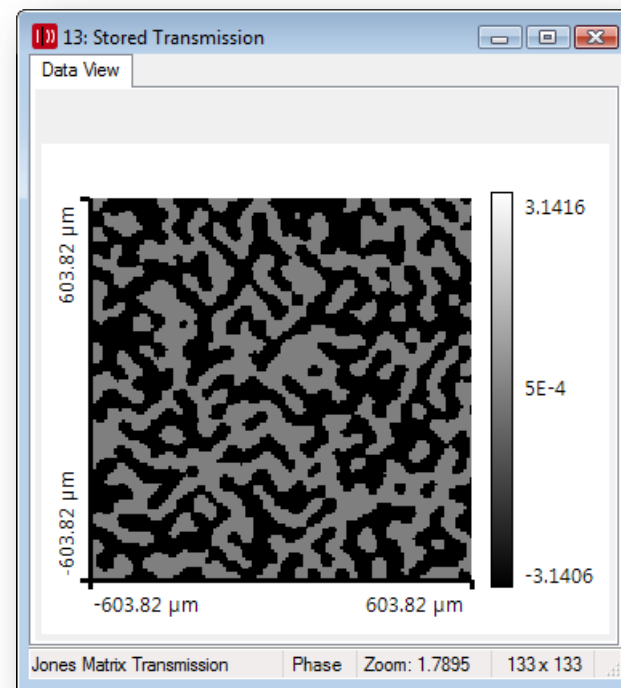




# シミュレーション結果



トップハットの強度分布



ディフューザー・トランスミッションの  
位相分布



# まとめ

- VIRTUALLAB™ にて拡散型のラインやトップハット分布を発生する回折光学素子の設計をアシストします。
- アシスト機能により、回折光学素子の設計及び成形の経験が浅いユーザーでも、LightTrans社のノウハウが含まれた工程にて、設計が可能です。