

アプリケーション 307.01:

# 円形トップハットを発生する屈折型ビーム整形素子のパラメトリック最適化

本書は屈折型ビーム整形Session Editorにて、ビーム整形システムを設計する設定方法を解説します。光学性能を向上するためにVirtualLab™のパラメトリック最適化を活用します。

キーワード: parametric optimization、パラメトリック最適化、lens system、beam shaping、ビーム整形素子、Top Hat、トップハット、refractive beam shaping element、屈折型ビーム整形素子

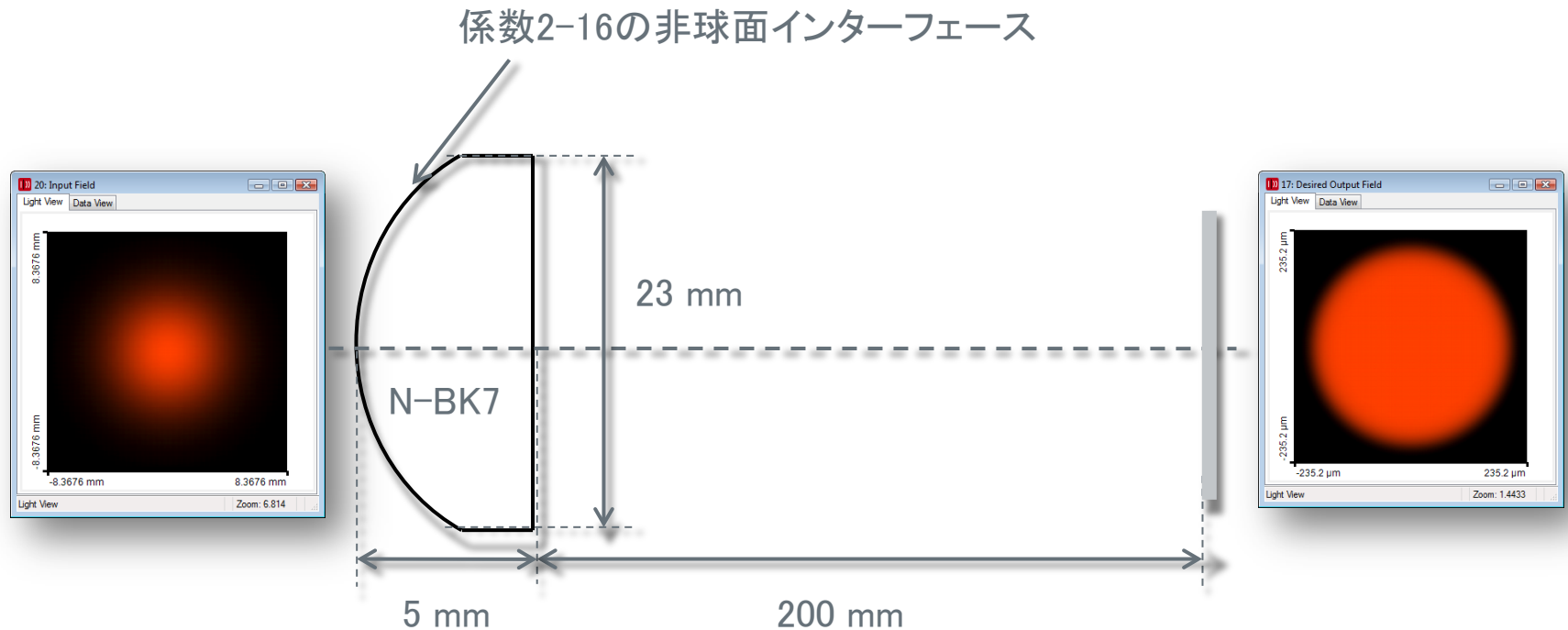
必須ツールボックス: Starter Toolbox Advanced

関連アプリケーション・シナリオ: 101.01, 100.01, 284.01

関連チュートリアル/技術文献: Tutorial 101.01, TN.021



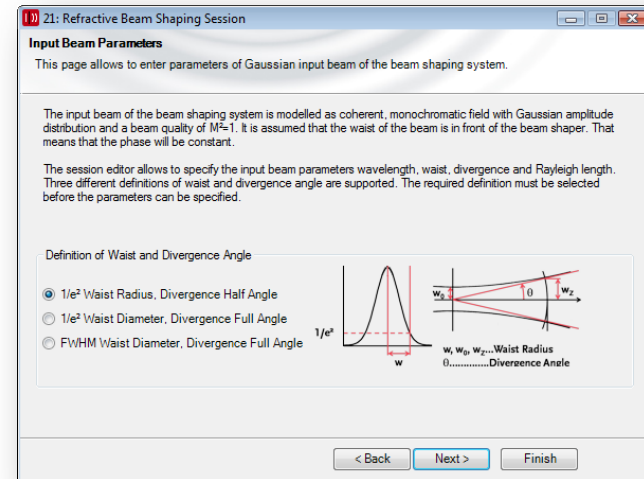
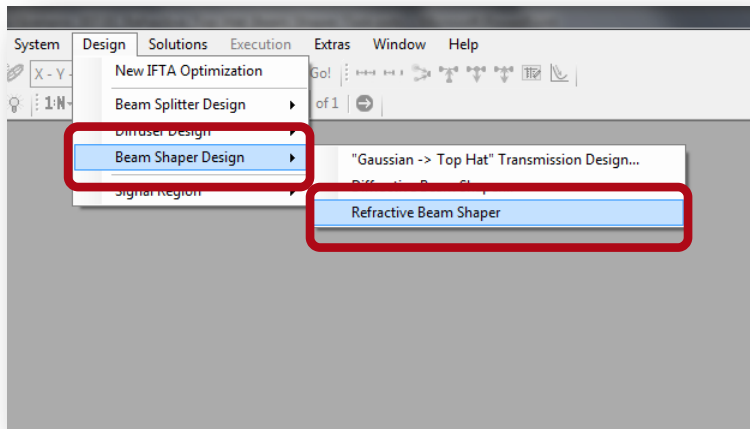
# モデリング概要



入射ビーム:  
波長: 632.8 nm  
直径:  $(1/e^2)$ : 8 mm

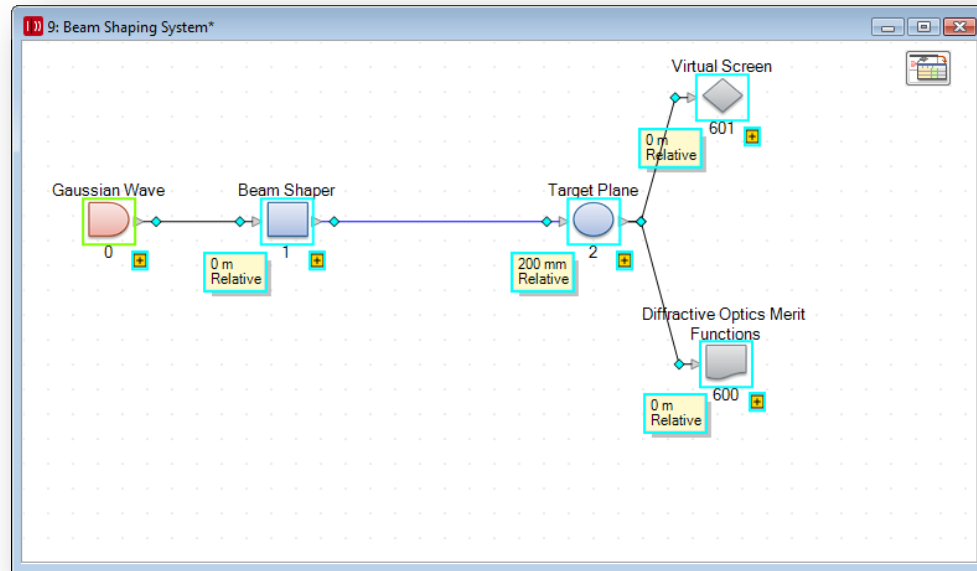
出射フィールド:  
直径:  $(1/e^2)$ : 400  $\mu\text{m}$   
エッジ幅: 40  $\mu\text{m}$

# システム設定のためのSession Editor



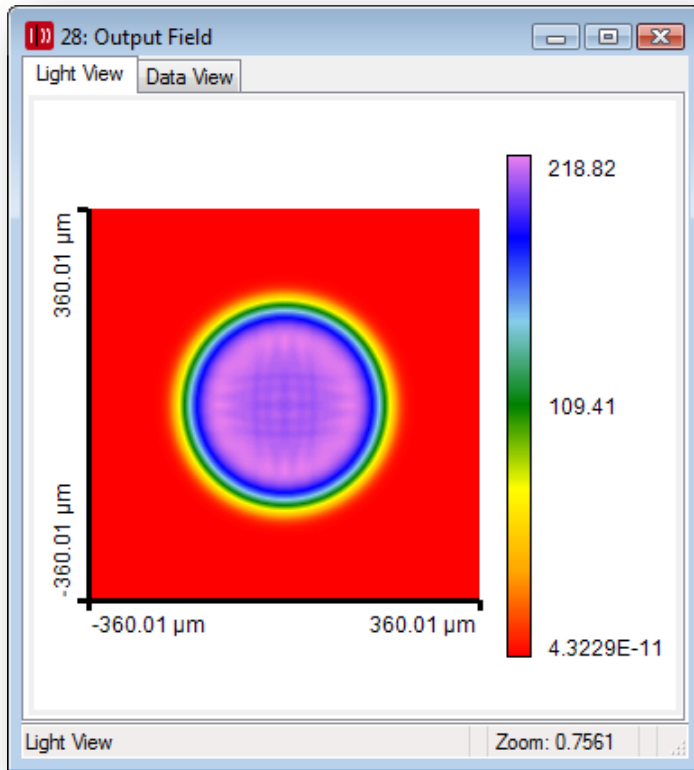
- ”Refractive Beam Shaper Session Editor”にて標準のビーム整形素子の設定を簡単に行う事ができます
- 入射ビーム、光学系のセットアップ、出射フィールドのパラメーターを定義する必要があります
- 全パラメーターが入力済みのSession Editorはサンプルファイルの“Scenario\_307.01\_Refractive\_Top\_Hat\_Beam\_Shaper\_1.seditor”として用意しております

# Session Editorによる光学システム



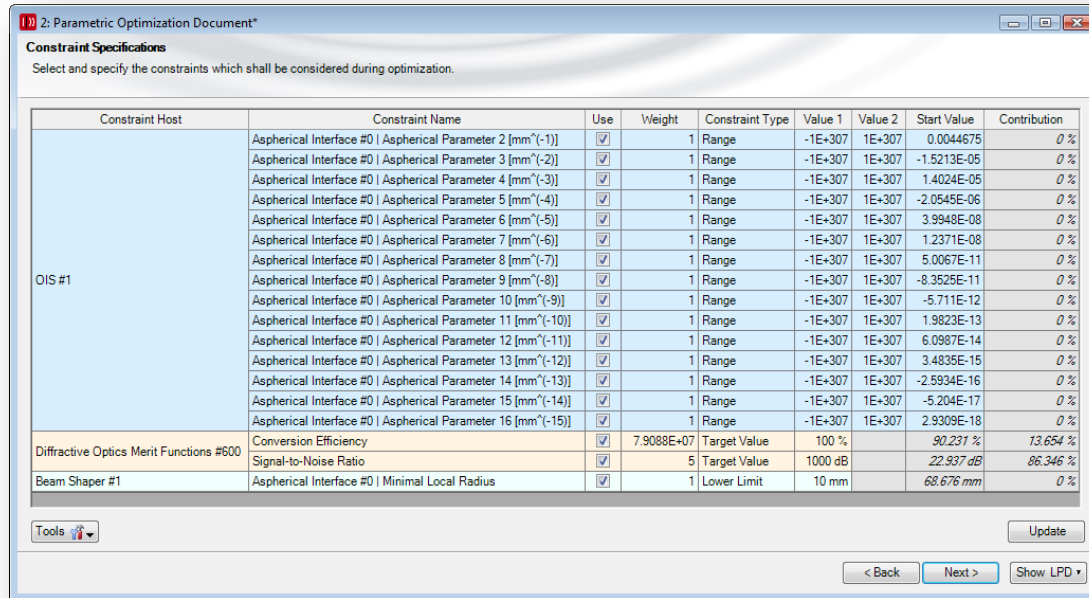
Session Editorにより、ビーム整形素子のモデリングに必要な、ガウシアン光源、光学インターフェース・シーケンス素子などが含まれる上記のLight Path Diagramが作成されます。回折光学メリットファンクション・ディテクターも含まれ、これにより発生されたトップハットの光学品質の解析が可能となります。

# Session Editorにより作成された光学システム



- Session Editorはビーム整形素子の表面形状を幾何光学法により計算します
- メリットファンクション:
  - SN比: 22 dB
  - 効率: 90 %
- SN比の数値が低いのは、トップハットのエッチ幅が小さすぎるからです


# パラメトリック最適化



2: Parametric Optimization Document\*

**Constraint Specifications**  
Select and specify the constraints which shall be considered during optimization.

Constraint Host	Constraint Name	Use	Weight	Constraint Type	Value 1	Value 2	Start Value	Contribution
OIS #1	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 2 [mm <sup>2</sup> (-1)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	0.0044675	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 3 [mm <sup>2</sup> (-2)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	-1.5213E-05	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 4 [mm <sup>2</sup> (-3)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	1.4024E-05	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 5 [mm <sup>2</sup> (-4)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	-2.0545E-06	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 6 [mm <sup>2</sup> (-5)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	3.9948E-08	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 7 [mm <sup>2</sup> (-6)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	1.2371E-08	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 8 [mm <sup>2</sup> (-7)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	5.0067E-11	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 9 [mm <sup>2</sup> (-8)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	-8.3525E-11	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 10 [mm <sup>2</sup> (-9)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	-5.711E-12	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 11 [mm <sup>2</sup> (-10)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	1.9823E-13	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 12 [mm <sup>2</sup> (-11)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	6.0987E-14	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 13 [mm <sup>2</sup> (-12)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	3.4835E-15	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 14 [mm <sup>2</sup> (-13)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	-2.5934E-16	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 15 [mm <sup>2</sup> (-14)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	-5.204E-17	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 16 [mm <sup>2</sup> (-15)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	2.9309E-18	0 %
	Diffractive Optics Merit Functions #600	Conversion Efficiency	<input checked="" type="checkbox"/>	7.9088E+07	Target Value	100 %		90.231 %
Signal-to-Noise Ratio		<input checked="" type="checkbox"/>	5	Target Value	1000 dB		22.937 dB	86.346 %
Beam Shaper #1	Aspherical Interface #0   Minimal Local Radius	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Lower Limit	10 mm		68.676 mm	0 %

Tools  Update

< Back Next > Show LPD ▾

- パラメトリック最適化によりトップハットのSN比を向上する事が可能です。特にトップハットのエッチ幅を大きく取る事により、向上する事が可能となります。これは、フィールドトレーシングのシミュレーションは回折、干渉及び収差を考慮可能だからです。
- 最適化ドキュメントは、サンプルファイルの “Scenario\_307.01\_Refractive\_Top\_Hat\_Beam\_Shaper\_2.opt” です。

# パラメトリック最適化

2: Parametric Optimization Document\*

**Constraint Specifications**  
Select and specify the constraints which shall be considered during optimization.

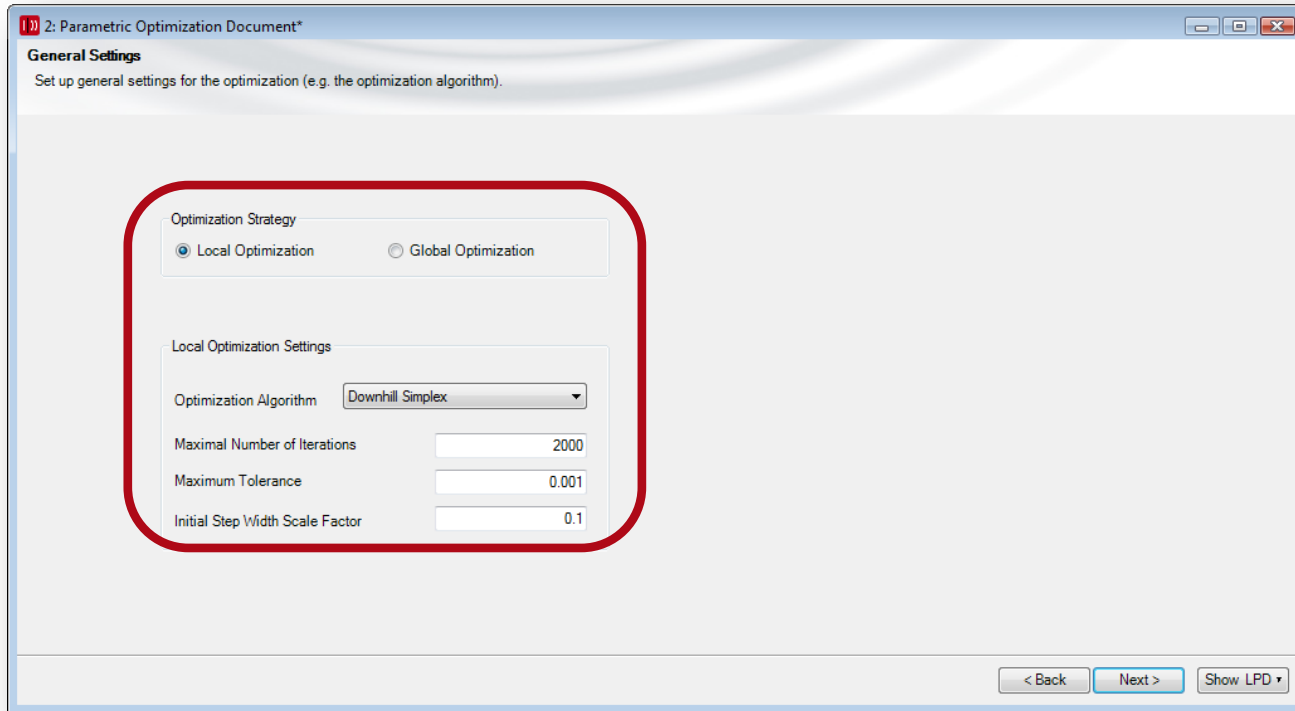
Constraint Host	Constraint Name	Use	Weight	Constraint Type	Value 1	Value 2	Start Value	Contribution
OIS #1	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 2 [mm <sup>2</sup> (-1)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	0.0044675	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 3 [mm <sup>2</sup> (-2)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	-1.5213E-05	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 4 [mm <sup>2</sup> (-3)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	1.4024E-05	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 5 [mm <sup>2</sup> (-4)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	-2.0545E-06	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 6 [mm <sup>2</sup> (-5)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	3.9948E-08	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 7 [mm <sup>2</sup> (-6)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	1.2371E-08	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 8 [mm <sup>2</sup> (-7)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	5.0067E-11	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 9 [mm <sup>2</sup> (-8)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	-8.3525E-11	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 10 [mm <sup>2</sup> (-9)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	-5.711E-12	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 11 [mm <sup>2</sup> (-10)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	1.9823E-13	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 12 [mm <sup>2</sup> (-11)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	6.0987E-14	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 13 [mm <sup>2</sup> (-12)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	3.4835E-15	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 14 [mm <sup>2</sup> (-13)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	-2.5934E-16	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 15 [mm <sup>2</sup> (-14)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	-5.204E-17	0 %
	Aspherical Interface #0   Aspherical Parameter 16 [mm <sup>2</sup> (-15)]	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Range	-1E+307	1E+307	2.9309E-18	0 %
	Diffractive Optics Merit Functions #60	Conversion Efficiency	<input checked="" type="checkbox"/>	7.9088E+07	Target Value	100 %		90.231 %
	Signal-to-Noise Ratio	<input checked="" type="checkbox"/>		Target Value	1000 dB		22.937 dB	86.346 %
Beam Shaper #1	Aspherical Interface #0   Minimal Local Radius	<input checked="" type="checkbox"/>	1	Lower Limit	10 mm		68.676 mm	0 %

Tools Update

< Back Next > Show LPD ▾

- 回折効率とSN比は、パラメトリック最適化により最適化されます
- 効率はすでに高い状態なので、メリット関クションのSN比に最適化の影響による光学品質の向上が見られます

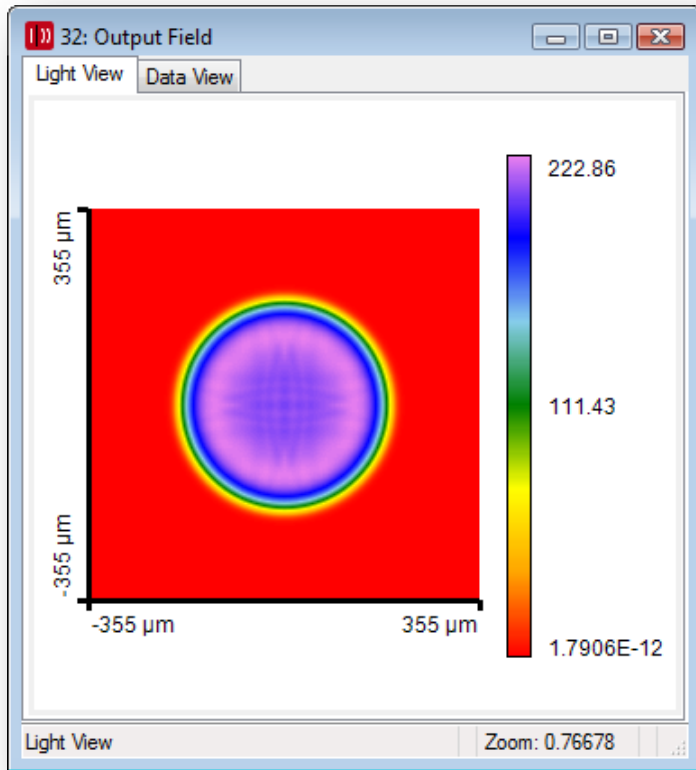
# パラメトリック最適化



Downhill-Simplex-algorithm を最適化に用いました

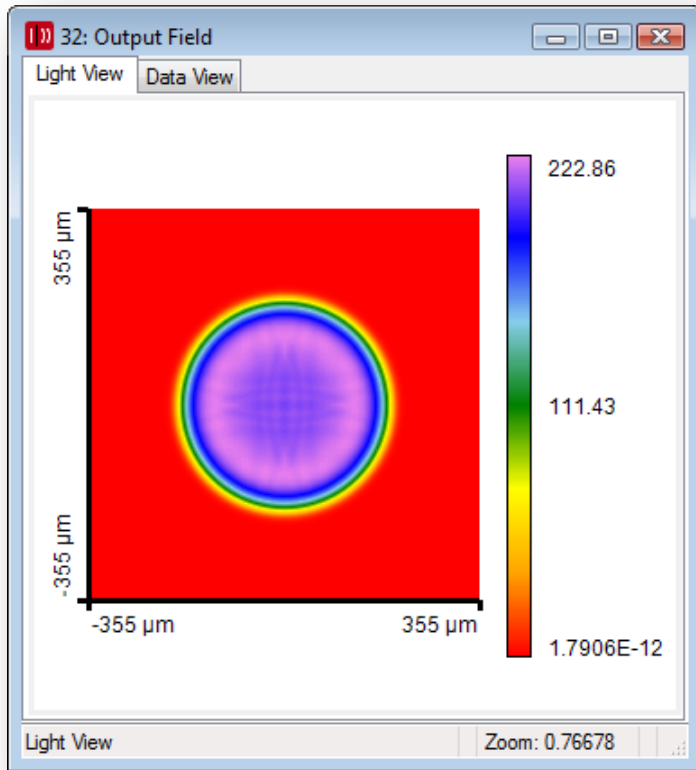


# 最適化の結果



- 最適化後のトップハット光学品質：
  - SN比: 39 dB
  - 効率: 91 %
- SN比が飛躍的に向上しました

# 最適化の結果



- 最適化後のLight Path Diagramはサンプルファイルの“Scenario\_307.01\_Refractive\_Top\_Hat\_Beam\_Shaper\_3.lpd”です
- トップハット全体に対して最適化が掛けられたため、光軸近辺に小さな均一度誤差が残っております。二度目の最適化作業の際に、回折光学メリット関クションのトップハットの中心部の均一度誤差を選択し更に最適化する事が可能です。この際、エッチ幅と中心部の均一度がトレードオフとなります。

# まとめ

- VIRTUALLAB™ は屈折型ビーム整形素子のパラメトリック最適化が可能です
- シミュレーションと最適化は、回折、干渉及び収差を考慮して演算されます
- 光学システムの品質を評価する上で、SN比と回折効率をメリットファンクションとして活用します