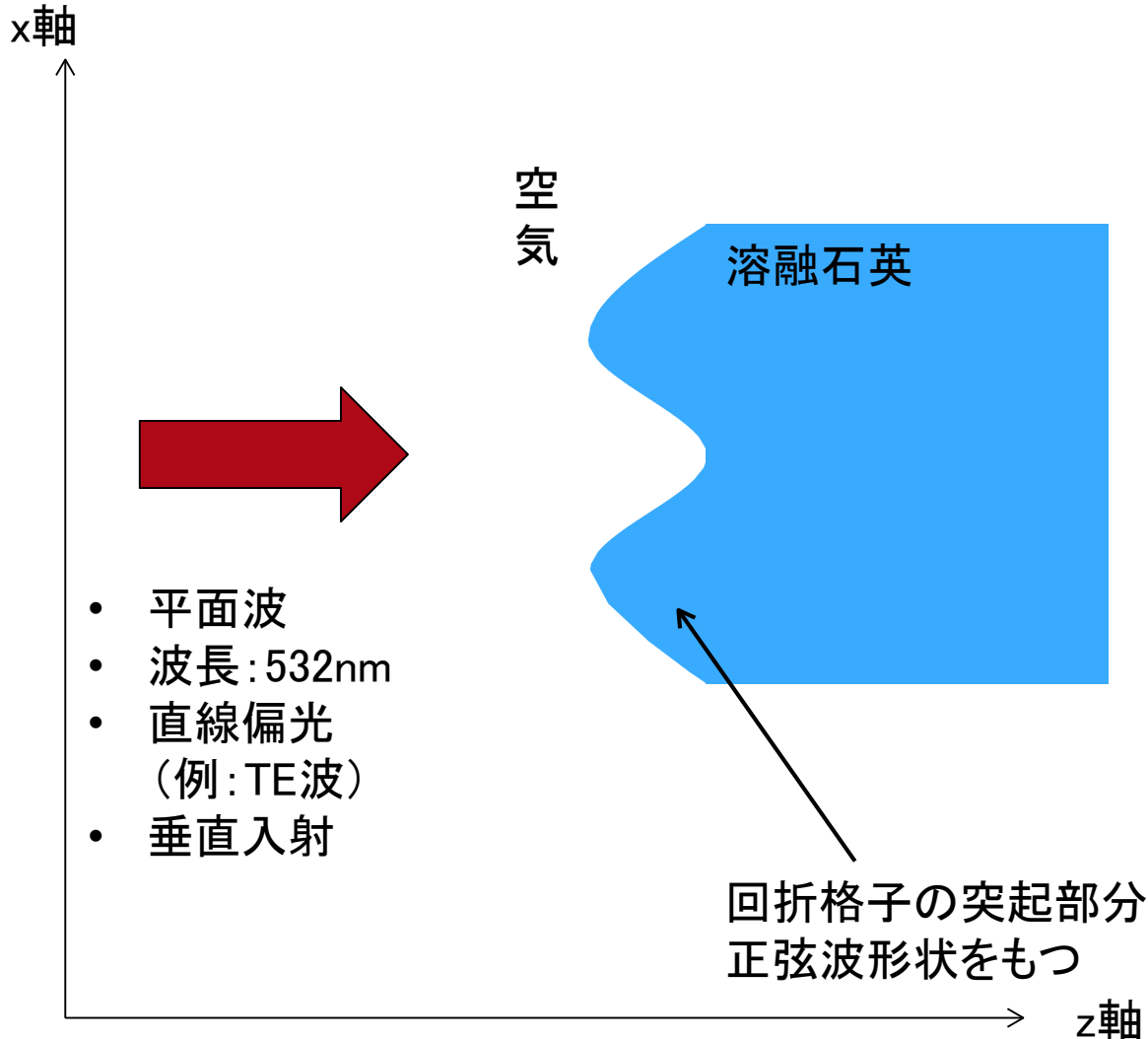


シナリオ087(5.0)

回折格子の粗面によって影響を受ける回折次数効率の解析

このシナリオは、粗面によって引き起こされるランダムな表面変化をもつ正弦波格子構造のシミュレーションを紹介します。さらに、次数毎の回折効率への影響を解析します。

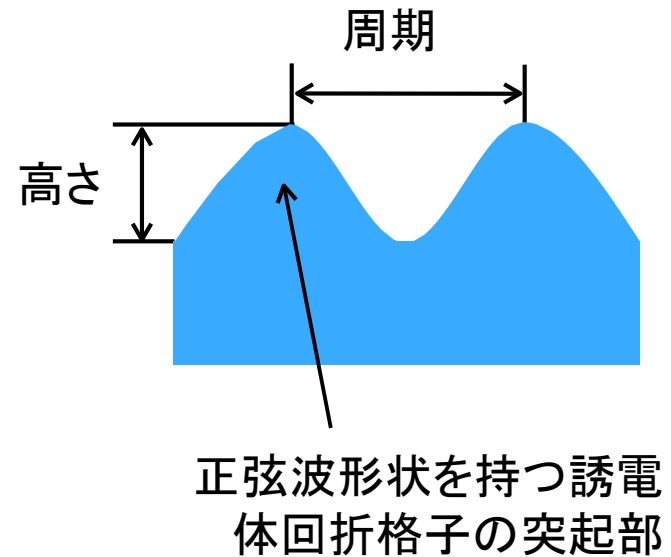
モデリング概要



- 正弦波回折格子の回折次数毎の効率の厳密解析
- このシミュレーションでは、フーリエモーダル法 (FMM/RCWA)を適用しました

モデリング概要: 正弦波回折格子

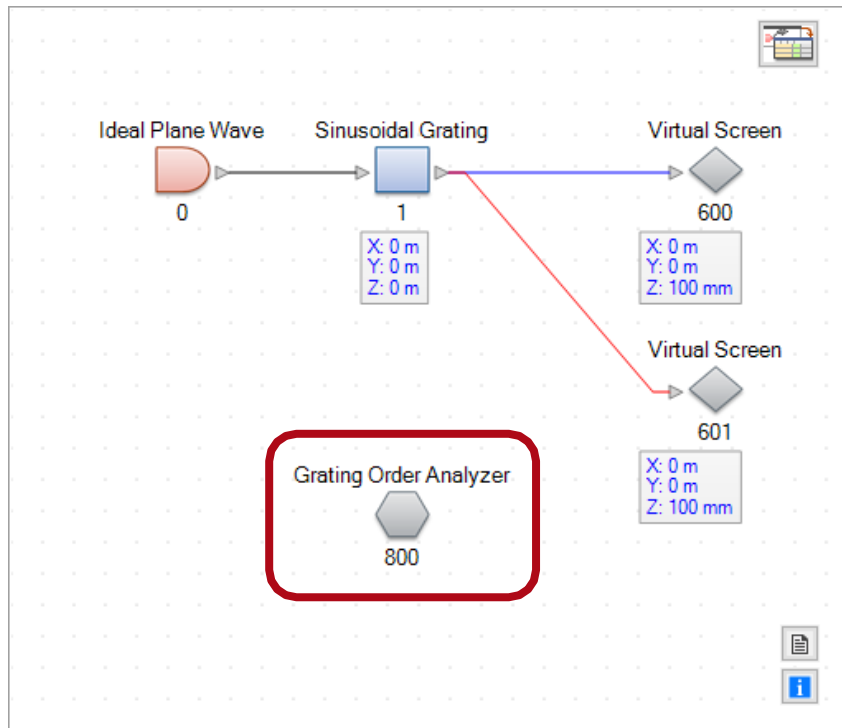
- x-z方向(横断面図):



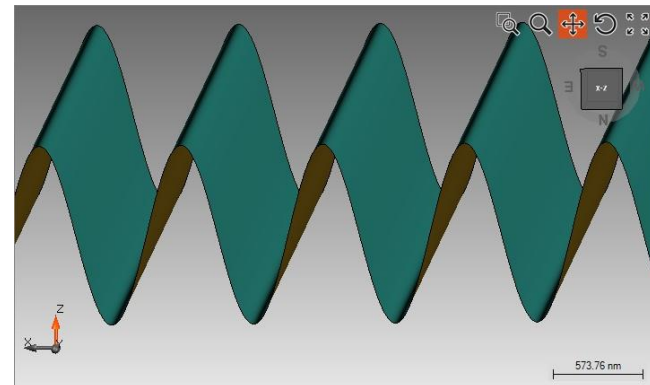
- 回折格子のパラメータ:
 - 周期: $0.908\mu\text{m}$
 - 高さ: $1.15\mu\text{m}$

(これらのパラメータは、0次および ± 1 次光の回折次数の均一に分布した透過効率を提供します。詳細についてはシナリオ341をご参照ください。)

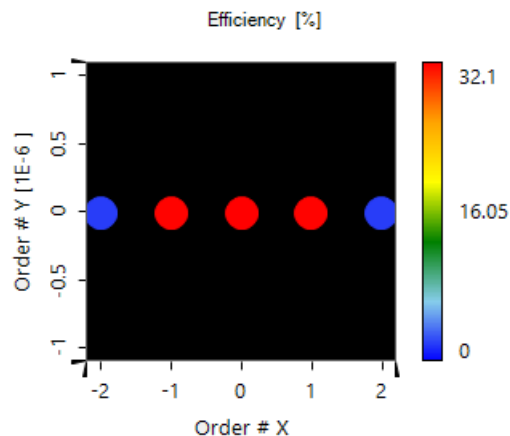
モデリング概要



- VirtualLabのGrating Toolboxでは、例えば回折格子の回折効率等の厳密計算を可能にするGrating Order Analyzerが使用できます
- このanalyzerでは、回折次数毎に現れる回折効率を別々に計算できます

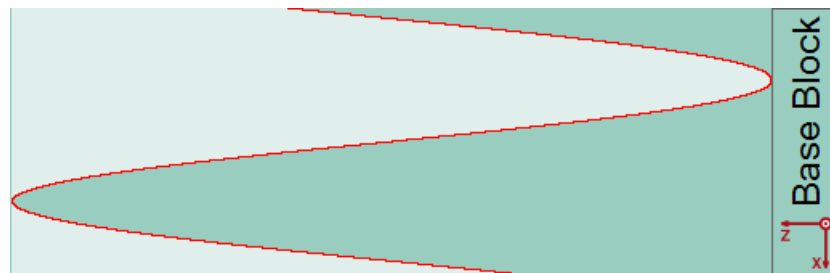


滑らかな構造の解析

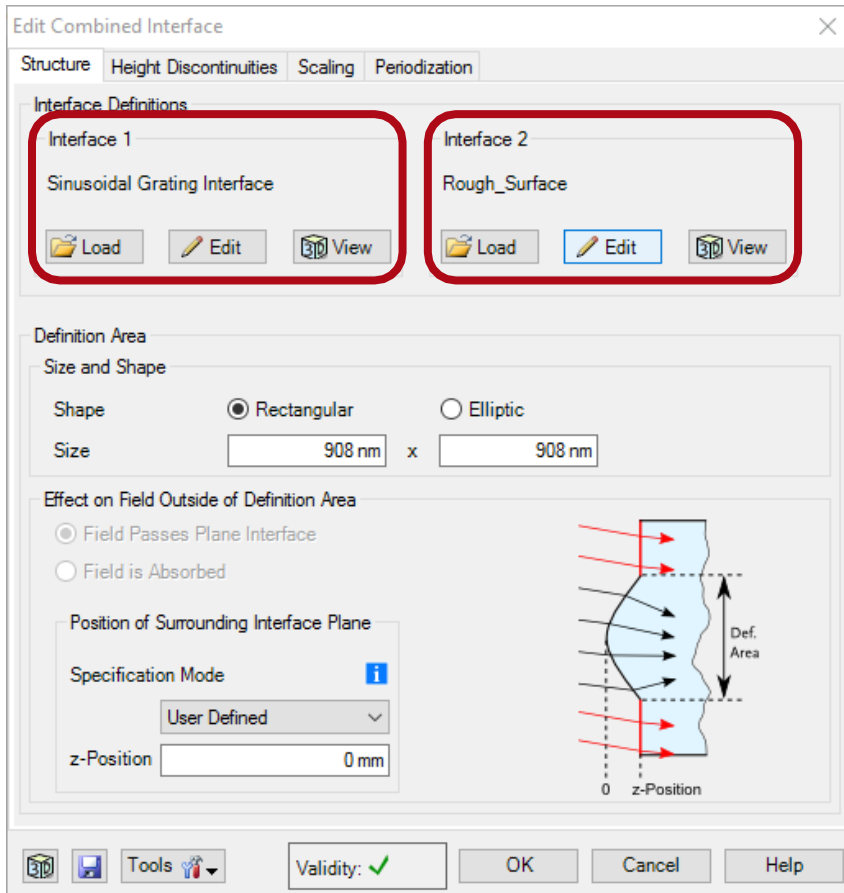


Index	Order # X	Order # Y	Efficiency (Amplitude)
1	-2	0	1.927 %
2	-1	0	31.977 %
3	0	0	32.091 %
4	1	0	31.977 %
5	2	0	1.927 %

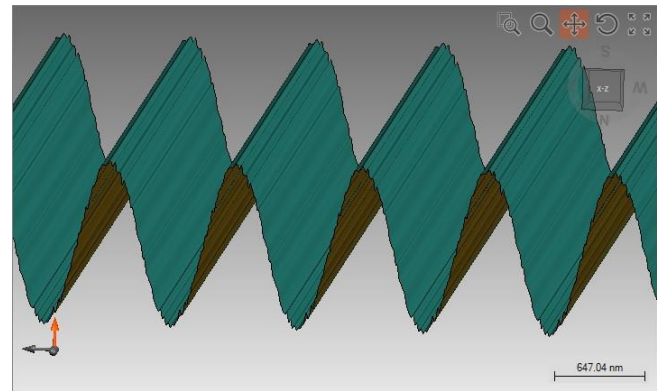
- 回折効率を計算した後、結果を、例えば、いわゆるOrder Collection diagramで表示することができます
- 滑らかで非摂動の構造パラメータに関して、0次と±1次光の回折次数がそれぞれ約32%の透過効率を示しました



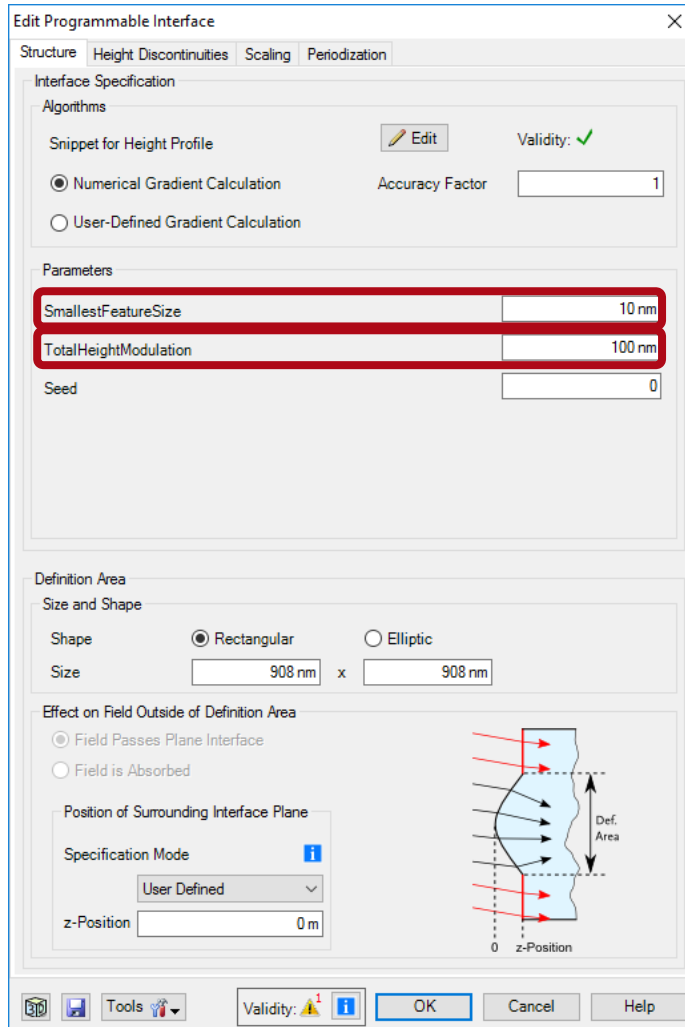
表面粗さの追加



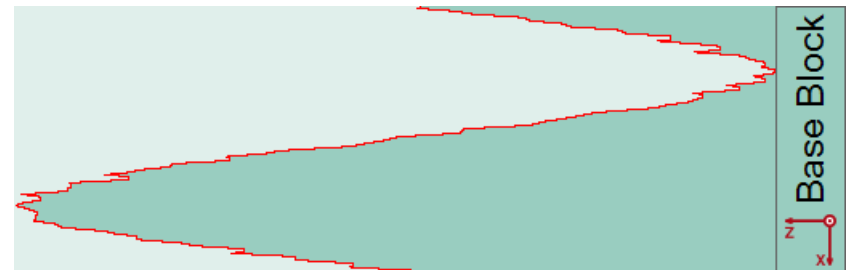
- VirtualLabのGrating Toolboxでは、2つのインタフェースの組み合わせ(すなわち追加)が可能です
- 従って、任意の形状の回折格子(例えば正弦波)を粗面と組み合わせることができ、粗い回折格子の形状を得ることができます



表面粗さの追加

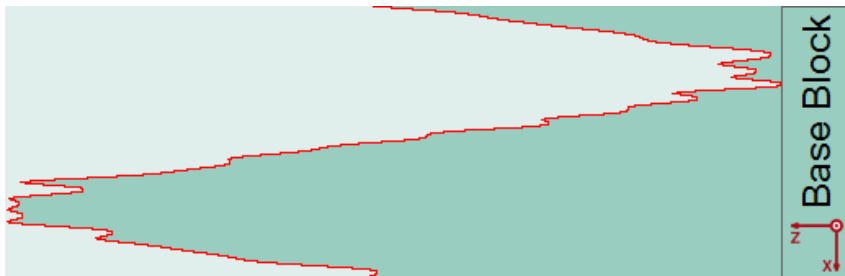


- 粗面には、表面のバリエーション（例：周期化）を設定するためのいくつかのオプションがあります
- 最初の重要な物理パラメータは、いわゆる、Smallest Feature Sizeです
- 二番目の物理パラメータは、Total Height Modulationを決定します

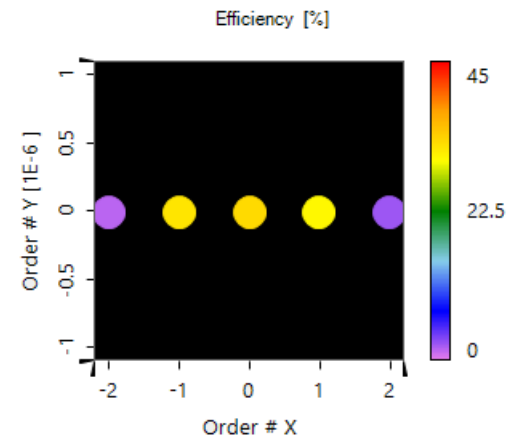


回折次数効率に及ぼす影響

- 粗さパラメータ
 - Smallest Feature Size: 20nm
 - Total Height Modulation : 200nm
- 高さプロファイル:



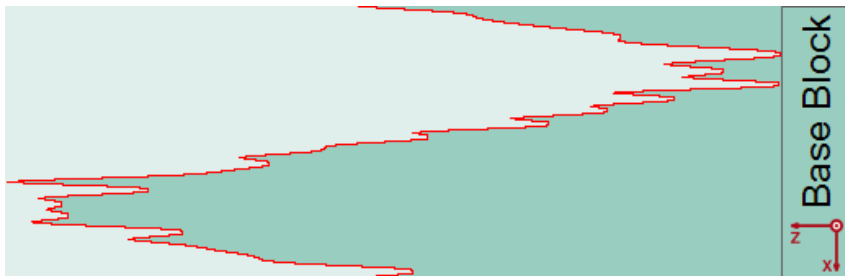
- 効率:



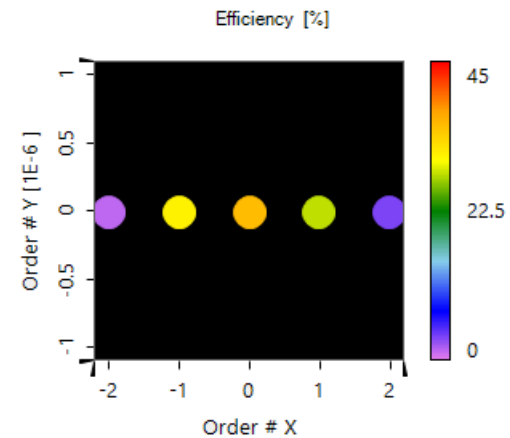
- 計算された効率では、わずかな影響を示しました

回折次数効率に及ぼす影響

- 粗さパラメータ
 - Smallest Feature Size: 20nm
 - Total Height Modulation: 400nm
- 高さプロファイル:



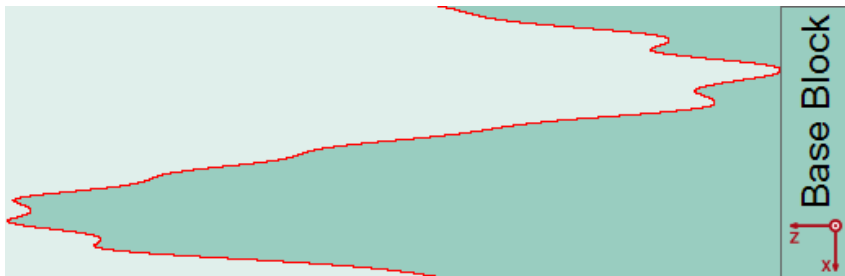
- 効率:



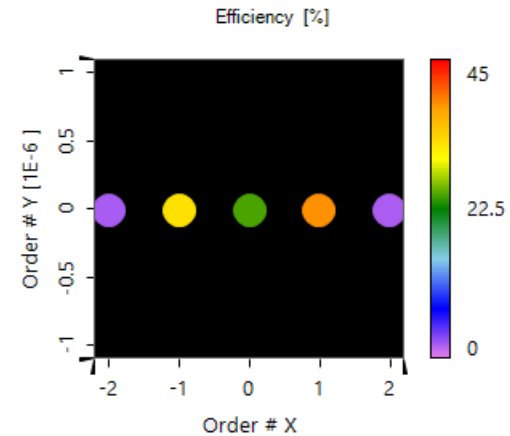
- 粗さの全高が大きいいため、±1次を考慮した効率にわずかな非対称性が引き起こされています

回折次数効率に及ぼす影響

- 粗さパラメータ
 - Smallest Feature Size: 40nm
 - Total Height Modulation : 200nm
- 高さプロファイル:



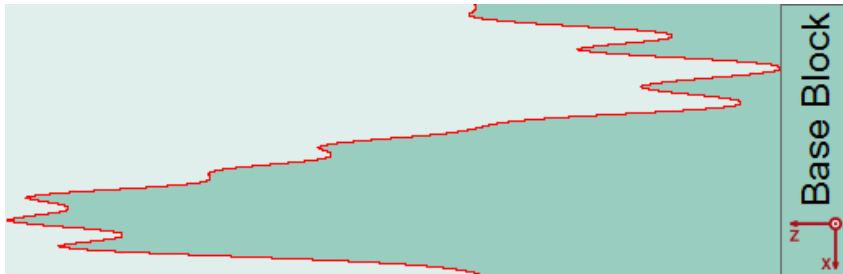
- 効率:



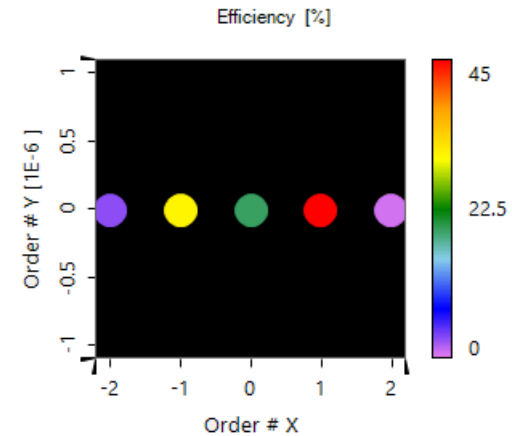
- “Smallest Feature Size”が高いほど、0次回折光の透過効率は低下します

回折次数効率に及ぼす影響

- 粗さパラメータ
 - Smallest Feature Size: 40nm
 - Total Height Modulation : 400nm
- 高さプロファイル:



- 効率:



- 粗さが大きいと0次の効率はさらに低下し、一方で±1次の効率の非対称性が上がる

まとめ

- VirtualLabのGrating Toolboxでは、任意の形状のグレーティング構造（例：表面粗さの追加を含む正弦波）の厳密な解析が可能です
- このタイプの解析のために、完全にベクトル性のフーリエモーダル法がVirtualLabに実装されました
- “Grating Order Analyzer”では、全体または各次数固有の回折効率の計算が可能です
- VirtualLabのグレーティングツールボックスによりグレーティング表面の粗さを考慮します
こうして、素子製造中に起こる構造偏差を推定することができます