



LensCheck™

レンズ測定システムによる迷光測定

Optikosは、お客様の製品からの迷光測定への関心が高まっていることを実感しており、迷光性能の指定とテストを行うサプライヤーとエンドユーザーが大幅に増加すると予想しています。これは、光学画像システムにおける迷光の重要性に対する認識が高まっていることを示しており、励みになります。LensCheckは、ベリンググレア指数とグレア拡散関数の両方を測定できる理想的で手頃な機器です。

LensCheck™システムは、迷光が光学画像システムに及ぼす影響を測定するという高まる需要に応えるために設計されています。カメラ内の不要な光は、一般の写真家にとっては小さな問題かもしれませんが、多くの産業および自動車アプリケーションでは、その結果生じるシステムパフォーマンスの低下は、多大な経済的コストを招き、深刻な安全上の問題を引き起こし、製品の発売の成否を左右する可能性があります。

メーカーは、理想的ではない画像環境での、ますます困難な画像化タスクをビジョンシステムに実行するよう求めています。多くのアプリケーションでは、非常に高いダイナミックレンジコンテンツを含むシーンの画像化が必要です。たとえば、自動車用カメラは、夜間に歩行者や信号機を識別すると同時に、対向車のヘッドライトも画像化できなければなりません。このパフォーマンスは、傷が付いている、破片で覆われている可能性のある保護窓を通して見ているときに判断する必要があります。窓、破片、光学要素、さらにはセンサーによって、意図しない放射線が検出器に当たる可能性があります。この光は、必要な信号を圧倒し、計算エラーを引き起こす可能性があります。



GSF 測定で特徴付けられるゴースト反射の例

これらのレンズおよびカメラシステムの設計者、製造者、および消費者は、迷光の定量的な測定を必要としています。Optikos®製品は、これらの測定を正確に実行できるように設計されています。

OpTest®7ソフトウェアを搭載したLensCheckシステムは、Veiling Glare Index (VGI) と Glare Spread Function (GSF) の両方を測定し、迷光の最も重大または破壊的な影響を捕捉して評価します。また、これらの測定値は、当社の社内IQ Lab™サービスを通じても利用できます。

迷光とは？

迷光を説明するために、業界によって異なる用語が使用されています。一般的な用語には、迷光、レンズフレア、ベリンググレア、ゴーストイメージ、イメージグレアなどがあります。これらの用語のほとんどは厳密に定義されておらず、読者によって解釈が異なります。迷光に関する有用な入門書は、ISO 9358「光学系および光学機器 - 結像システムのベリンググレア - 定義と測定方法」に記載されています。この規格は積極的に維持管理されており（2014年）、レンズアセンブリ内の迷光の測定方法を説明しています。

ISO 9358には、次の定義が含まれています：

ベリンググレア - 光学システムまたは電気光学システムの画像面における不要な放射。通常の入射口からシステムに入る放射の一部によって発生します。放射は視野の内側または外側から発生する場合があります。

ベリンググレア指数 - 均一な放射輝度の拡張フィールドに重ねられた小さな円形の完全に黒い領域の画像の中心の放射照度と、黒い領域を取り除いたときの画像平面の同じポイントの放射照度の比率。特に指定がない限り、VGIはパーセンテージで表されます。

グレア拡散関数 - 小さな光源の軸上画像において、小さな光源オブジェクトによって生成された画像平面内の放射照度分布を単位総光束に正規化したもの。

この説明では、Optikosは主に、ベリンググレア、ベリンググレア指数 (VGI)、グレア拡散関数 (GSF) という用語を使用します。これらの測定には、迷光のすべてのメカニズムが含まれます。

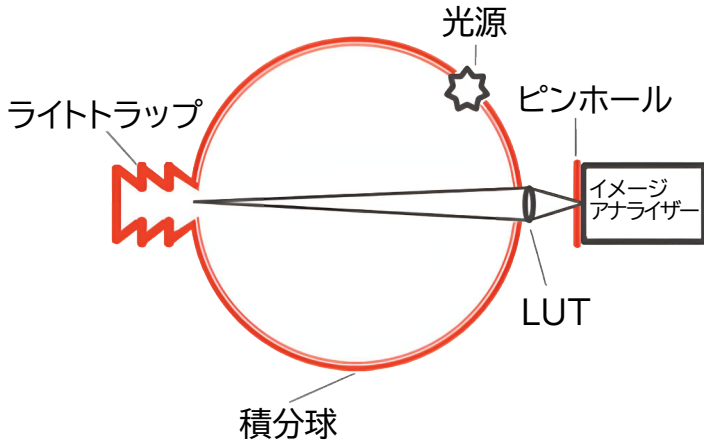
OpTest®による迷光の測定方法

多くのお客様は、LensCheck™テスト機器が適切な選択肢となる小型光学部品のテストに関心を持っています。LensCheckは、OpTest®7ソフトウェアを使用したVGIおよびGSF迷光測定の両方をサポートしています。どちらの方法もISO 9358に準拠しています。

命名法について: OpTestおよびLensCheck機器用に提供される迷光キットは、ベリンググレア指数 (VGI) の測定用に設計されています。GSFキットは、グレア拡散関数 (GSF) の測定用に設計されています。どちらの場合も、キットはレンズの特性評価用に設計されています。カメラシステム (レンズ + センサー) の測定を目的としたものではありません。

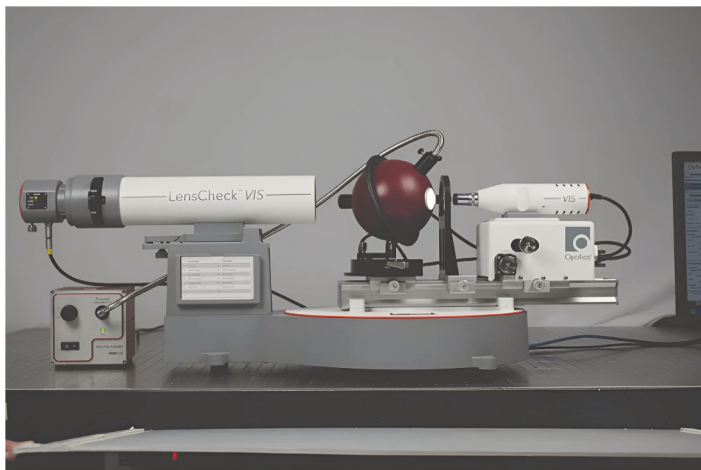
ベーリンググレア指数

ベーリンググレア指数(VGI)は、迷光の測定値で、単一のパーセンテージ値として報告されます。VGIテストは、カメラやセンサーを設置せずに実行されます。テスト対象のレンズ(LUT)は、レンズフィールドを超えて広がる均一に照らされたフィールドを表示します。実際には、これは通常、レンズの入射瞳を積分球の出口ポートに配置することによって実現されます。完全に黒い小さな物体(光トラップ)がフィールドの中央に配置されます。カメラが画像平面を表示し、ソフトウェアが黒い領域に集められた不要なエネルギーを測定します。次に、この暗い領域の信号を周囲の明るい信号と比較します。VGI の値が小さいほど望ましいです。



迷光キットの概略図。テスト対象レンズ(LUT)は積分球の出口ポートに配置され、焦点面に光トラップの画像を作成します。

Optikosは、6インチ、10インチ、20インチの積分球をベースにした迷光キットを提供しています。下の図に示す6インチモデルは、LensCheck回転プラットフォームに直接取り付けられます。直径10インチまたは20インチの積分球を使用した迷光キットには、補助レール構造が含まれます。



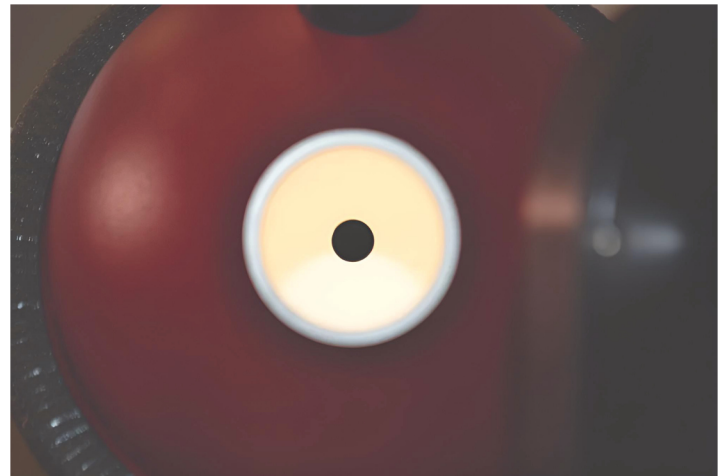
LensCheck迷光キットは、LensCheck VISのアドオンオプションです。

LensCheckとOpTest® 7を使用したVGI 測定はどのように機能するか？

LensCheckでベーリンググレアを測定するには、利用可能な迷光キットのいずれかを購入する必要があります。各迷光キットには次のものが含まれています。

- 超高吸収光トラップを備えた積分球
- 精密ピンホール視野絞りを備えた40X0.65NA対物レンズ
- VGI測定モジュールを有効にするOpTest®7アップグレード

迷光キットは、積分球を回転機構に取り付けることで、軸上および軸外の両方の測定用に構成されます。迷光キットをインストールすると、OpTest 7 VGIソフトウェアモジュールは一連の測定を自動的に実行し、光トラップ「黒い点」の画像の中心の強度と周囲の白いフィールドの強度の比率を計算してVGIを決定します。



ビームダンプ(黒い点)と周囲の白いフィールドの典型的な画像

周囲の白色フィールドの強度は、通常、積分球内の不均一性の影響を最小限に抑えるために、黒点の両側の白色フィールドを平均化することで決定されます。すべてのOpTest®7モジュールと同様に、データはCSVファイルまたは標準のExcelドキュメントとしてエクスポートできます。Optikosは、迷光キットの精度を0.1%まで検証しました。

Stray Light Measurement Procedure:			Current Peak Signal
1. Locate left edge of black area	-2283.6	µm	3.028
2. Move to left bright image position	-4142.8	µm	
3. Saturation Check	76.953	%	1.720
4. Acquire left bright image	147.313	%	
5. Move to right bright image position	1883.3	µm	%
6. Acquire right bright image	148.950	%	
7. Move to center of black area	-1140.20	µm	Instruction:
8. Acquire black area image	5.657	%	
9. Block the light source			
10. Acquire background image	3.16	%	
11. Calculate stray light	1.720	%	

ベーリンググレア指数(迷光)測定を実行するためのOpTest®7インターフェイス

Stray Light Kitでテストできるレンズは？

ISO 規格では、積分球の直径がテスト対象レンズの焦点距離の10倍以上であることが推奨されています。したがって、適切な迷光キットは、以下に示すように、測定に使用するレンズの範囲によって決まります。

- LC-SLK-06: 焦点距離 <15mmのレンズのVGI測定用の150mm積分球が含まれています
- LC-SLK-10: 焦点距離 <25mmのレンズのVGI測定用の250mm積分球が含まれています
- LC-SLK-20: 焦点距離 <50mmのレンズのVGI測定用の500mm積分球が含まれています

signal to noise(信号対雑音比)を考慮すると、上記の直径比を満たす最小直径の球体を備えた迷光キットを選択するのが最適です。

迷光キットの制限は？

焦点距離の長いレンズは、レンズの焦点距離と球面直径の比率を維持するために複雑な形状が必要になる場合があります、迷光キットでテストするのが難しい場合があります。

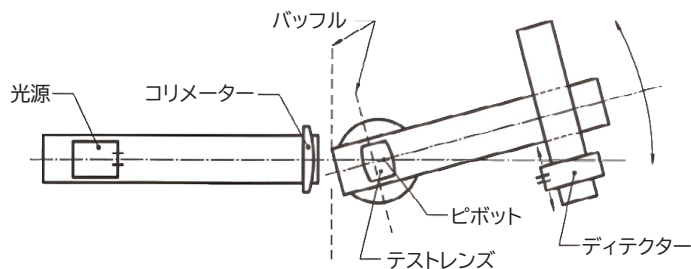
正確な測定を行うには、テスト環境(実験室、工場など)が完全に暗いことが重要です。ユーザーが遮光カーテンを設置したり、機器を囲って周囲の光を遮断したりする必要が生じる場合があります。

現在、環境をどの程度暗くする必要があるかに関するISO標準はありません。Optikos は、適切なテスト環境を実現する方法についてガイダンスを提供できます。

ISO仕様では、VGIは軸上測定として定義されています。黒い物体は視野の中央に配置されます。Optikosは、標準の迷光キットに軸外測定機能を追加し、レンズの入射瞳を中心に回転することで、ビームダンプ(黒い点)を軸から最大 ± 45 度離して配置できるようにしました。

グレア拡散関数 (GSF)

GSFは、特定の入射角で平行光を照射した場合の、画像面全体の放射照度分布の測定値です。これには、光源とコリメーター、および入射角を設定するための回転プラットフォームが必要です。GSFのテスト条件はユーザーが決定し、GSFはさまざまな入射角または単一の角度で記録できます。



グレア拡散関数の概略図。テスト対象レンズ(LUT)は、選択した入射角(視野角)まで回転します。次に、画像アナライザーが画像平面を横切って移動します。

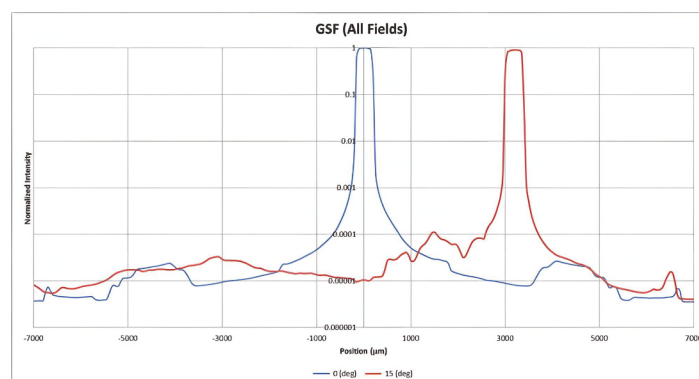
LensCheckの新しいGSF測定は、OpTest 7でどのように機能しますか？

OpTest®7 ソフトウェアには、LensCheck GSFキットと併用すると、グレア拡散関数の自動測定機能が追加されました。GSFキットとOpTest 7モジュールを使用すると、レンズ自体で生成されるGSFアーティファクトの特性評価が可能になります。これは、カメラシステム全体(レンズ+センサー)の測定を目的としたものではありません。

GSF キットには次のものが含まれています:

- 精密ピンホールフィールドストップを備えた40X0.65NA対物レンズ
- 拡散板と小さな出口開口部を備えたライトガイドアダプターにより、LensCheckコリメーター内の散乱光を最小限に抑えます
- 1mmおよび3mmのピンホール ターゲット
- GSF測定モジュールを有効にするOpTest7 アップグレード

GSF測定モジュールを使用すると、測定する画像面のサイズ、ステップサイズ、測定するソース角度をユーザーが選択できます。自動化モジュールは、信号値を収集するだけでなく、各ステップで露出を適切に調整して記録します。GSFは、位置による正規化された強度としてOpTest®7 によってプロットされます。GSFキットは、無限共役と有限共役の両方のLensCheck機器で使用できます。



0度と15度で得られた一般的なISO 9358 GSF測定結果

どのレンズで GSF を測定できますか？

グレア拡散測定は、LensCheckでテストできるレンズ(最大50mmのクリアな絞り、1mmから200mmの焦点距離)であれば、どのレンズでも実行できます。

GSF 測定の限界は何ですか？

GSF測定の最終的な制限は、検出システムのダイナミックレンジに関連しています。OpTestシステムは、高ダイナミックレンジ CCDカメラと露出アルゴリズムの組み合わせを使用して、相対強度が 10^{-5} までの画像アーティファクトの特性評価を可能にします。

VGI測定の場合と同様に、正確なGSF測定を行うには、テスト環境(実験室、工場など)が完全に暗いことが重要です。ユーザーが遮光カーテンを設置したり、機器を囲って周囲の光を遮断したりする必要がある場合があります。現在、環境をどの程度暗くする必要があるかに関するISO標準はありません。Optikosは、適切なテスト環境を実現する方法についてガイダンスを提供できます。

レンズとカメラのどちらでGSFを測定するのがベストでしょうか？

レンズまたはカメラ(レンズ+センサー)のGSFを測定するときに、重要な違いが生じます。ISO9358規格では、レンズアセンブリのテストのみが指定されており、カメラのテストは指定されていませんが、カメラ自体が迷光に大きく影響する可能性があるため、これら2つのテストでは非常に異なる結果が生じる可能性があります。カバーガラス、センサー、マウント、および機構からの反射により、不要な照射が発生します。さらに、センサー自体が、ランダムパターンおよび固定パターンのピクセルノイズ、ブルーミングなどの読み出しエラー、残像、電子ドリフトおよびクロストーク、および知覚される迷光に重要な役割を果たすその他の現象の原因となる可能性があります。前述のように、このドキュメントで説明されている迷光アクセサリは、レンズの特性を評価するために設計されたものであり、カメラシステム全体を評価するために設計されたものではありません。

ベ어링グレア指数とグレア拡散関数のどちらが重要ですか？

VGIとGSFはどちらも貴重なテストになります。VGIは、画像面の拡散放射照度の測定に役立ちます。VGIが悪いのは、コーティングが不十分だったり、バツフルが不十分だったりするのが一般的で、一般的にコントラストが低下します。VGIは単一のパーセンテージ値で簡単に指定でき、すばやく簡単に測定できます。レンズの性能をサプライヤー間で比較したり、レンズ仕様で使用したりする場合に非常に効果的です。イメージ増強管などの多くのMIL仕様では、VGIテストが必要です。

GSFは、ゴースト反射や、集中した照射パターンを形成するその他の目立つ迷光アーティファクトの重大度を評価するのに特に役立ちます。GSFテストは時間がかかりますが、迷光の問題の原因についてより深い洞察も得られます。これは、光学および光学機械設計者にとって特に価値があります。

GSF測定は本質的に高感度であるため、自動車カメラ、航空機搭載カメラ、またはLIDARシステムに対する窓の影響を評価するなど、迷光に敏感な困難な画像化環境に役立ちます。

まとめ

Optikosは、お客様の製品からの迷光測定への関心が継続していることを実感しており、迷光性能の指定とテストを行うサプライヤーとエンドユーザーが大幅に増加すると予想しています。これは、光学画像システムにおける迷光の重要性に対する認識が高まっていることを示しており、励みになります。LensCheckは、ベ어링グレア指数とグレア拡散関数の両方を測定できる理想的で手頃な機器です。

迷光製品ラインナップ

ベ어링グレアインデックス (VGI) キット

LC-SLK-06	EFL<15mmのレンズのVGI測定用150mm積分球が含まれています
LC-SLK-10	EFL<25mmのレンズのVGI測定用250mm積分球が含まれています
LC-SLK-20	EFL<50mmのレンズのVGI測定用500mm積分球が含まれています

グレア拡散機能(GSF)キット

LC-GSF	スタンドアロン LensCheck VIS の機能を拡張してGSFを測定できます。広帯域可視テストスペクトルのダイナミックレンジは 10^{-5} より優れています
--------	--

Optikos を使い始めましょう

Optikosは、レンズやカメラシステムの測定用の計測製品とサービスのほか、光学ベースの製品開発用のエンジニアリング設計と製造も提供しています。光学、画像、カメラシステムのテスト用の標準製品のフルラインは、あらゆる業界に適しており、お客様の特定の用途に合わせてカスタム製品を設計します。

詳細については、Optikos日本総代理店旭光通商のWebサイト kyokko.com をご覧いただくか、お問い合わせフォームよりお問い合わせください。

