

解析ソフト用のBSDF測定、体積散乱測定、LED光源レイファイル測定サービスの紹介



2022年9月2日 オプトロニクス社主催 ウェビナー

GEE(株) 代表取締役 蒲原正広

光シミュレータ、光測定、ディスプレイの統合技術により 自動車の運転で重要な“見ること”を可視化、定量化します



浜松市 光産業創成大学院大学発ベンチャー企業 2016年GEE株式会社設立

光シミュレーター、光測定、ディスプレイ技術を統合させて視認性（見易さ、眩しさ、煩わしさ）の
受託解析、受託測定、受託研究、コンサルティングを事業としています。

内容

- 1.背景
- 2.光散乱測定器 S-Finder
- 3.BSDF測定
- 4.体積散乱測定
- 5.LEDレイファイル測定
- 6.実機相関研究
- 7.測定サービスのお問い合わせから納品まで

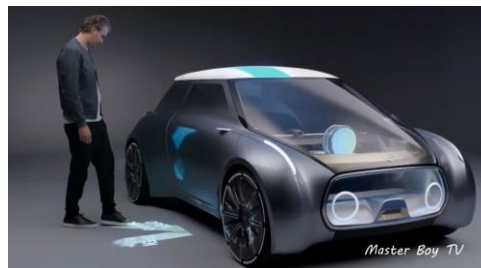
1.背景:自動車の表示と照明デザインのトレンド



均一発光
長尺化
意匠性



人と車の
コミュニケーション



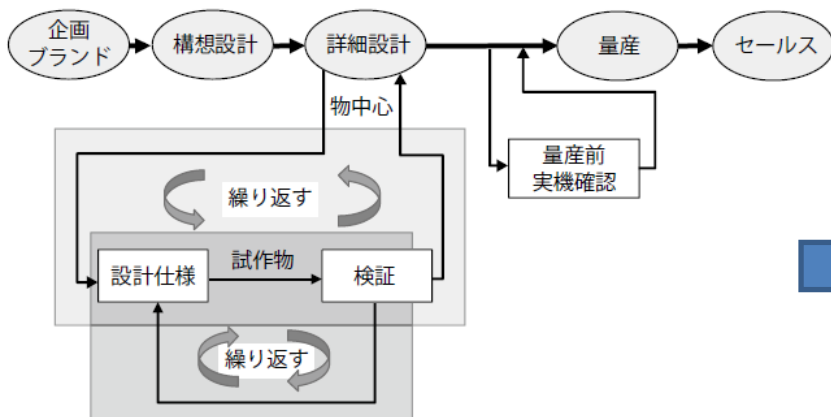
外装のトレンドが内装へ
くつろぎの空間表現

AR HUD

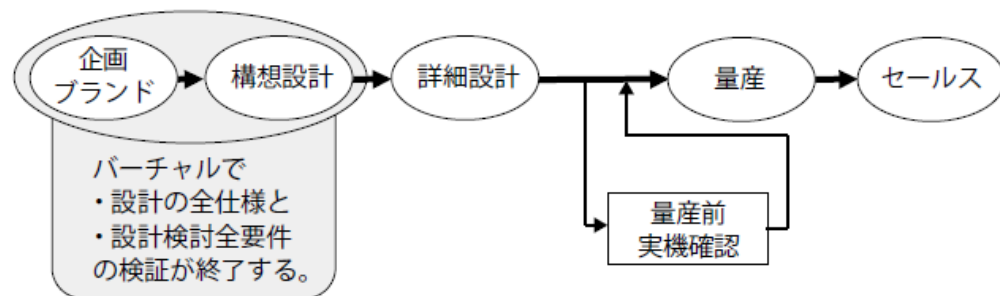
大型ディスプレイ



バーチャルエンジニアリングは詳細設計からブランド構築の構想設計へ



従来の自動車開発の流れ（開発プロセス）

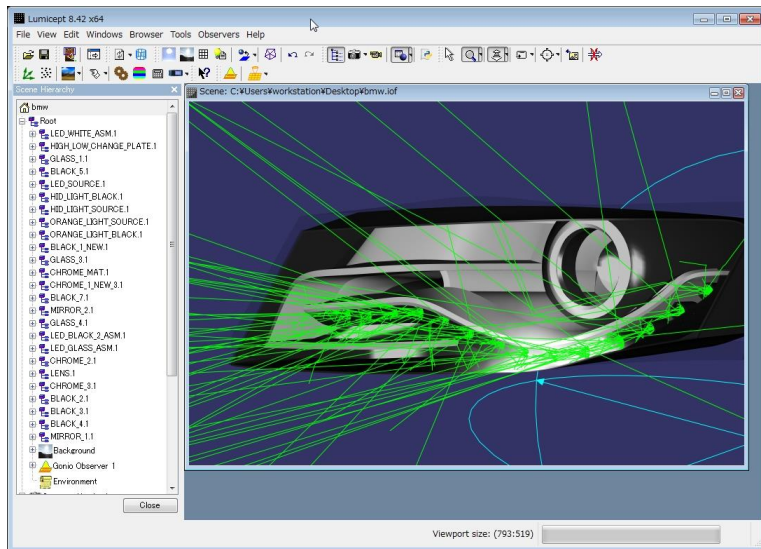


バーチャルエンジニアリングによる開発

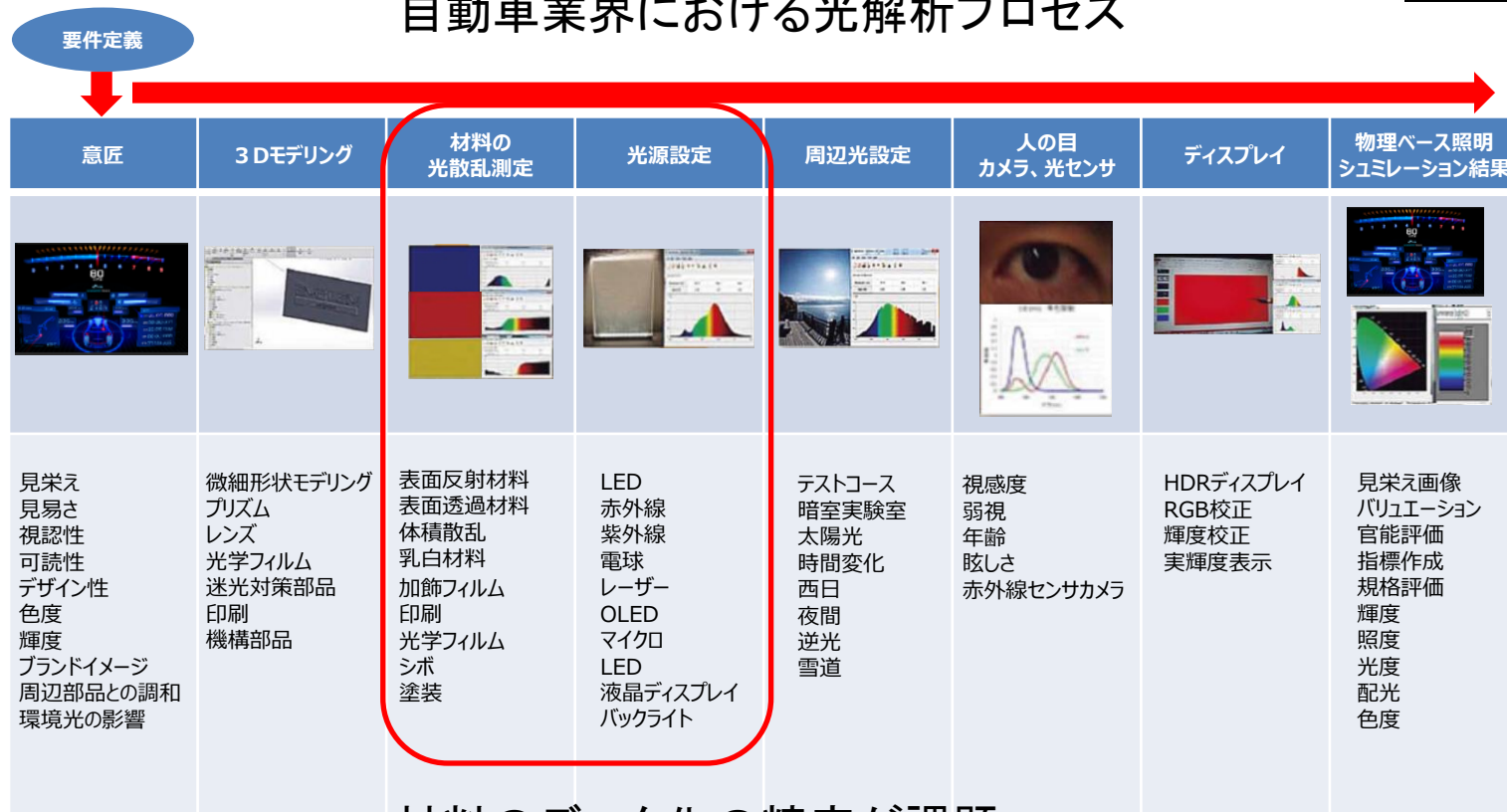


自動車業界における光解析プロセス

照明設計/評価ソフトは従来、自動車照明サプライヤの内製ソフトが主に使われていたが、2008年頃から自動車メーカーの基幹の3次元CADに統合された照明解析ソフトが自動車メーカーに導入され、自動車メーカーのコンセプト検討段階から次世代の車載照明のフィジビリティスタディが行われるようになってきた。

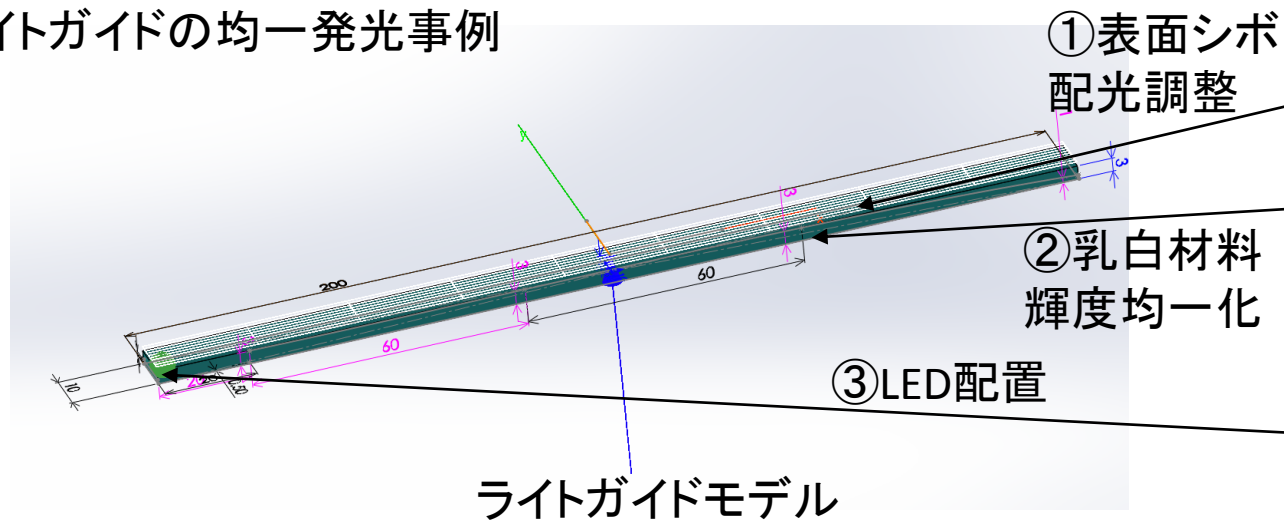


自動車業界における光解析プロセス



材料のデータ化の精度が課題
入力が間違っていると結果が合わない

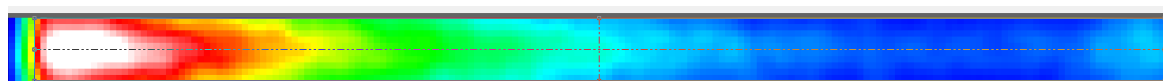
光学解析ソフトの入力と出力の関係 ライトガイドの均一発光事例



入射光: 100% ① Gaussian (半値全角) ② Lambertian ③ Gaussian 表面	乳白材料 入射光: 100%
①BSDF	②体積散乱
③レイファイル	④実機相関

入力

光解析実行



ライトガイド均一発光前の状態



ライトガイド均一発光の最適設計事例
出力



アプリケーション

自動車以外のアプリケーション



照明
光源



加飾素材



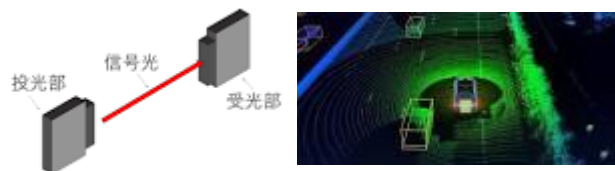
カメラ
プロジェクタ



殺菌灯



光センサ
赤外線
LiDAR



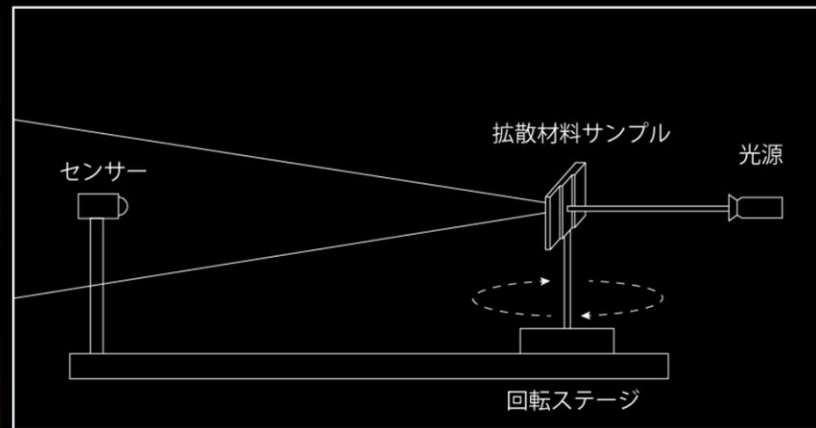
医療



2.光散乱測定器 S-Finder



光散乱測定器「S-Finder」



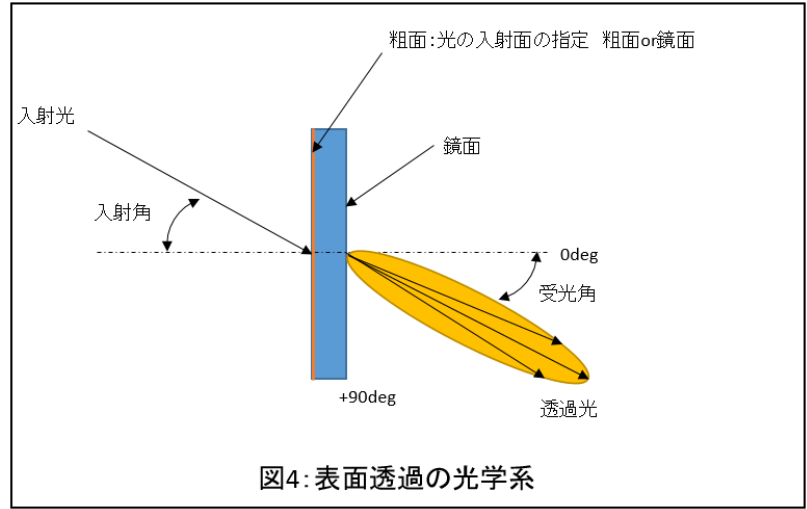
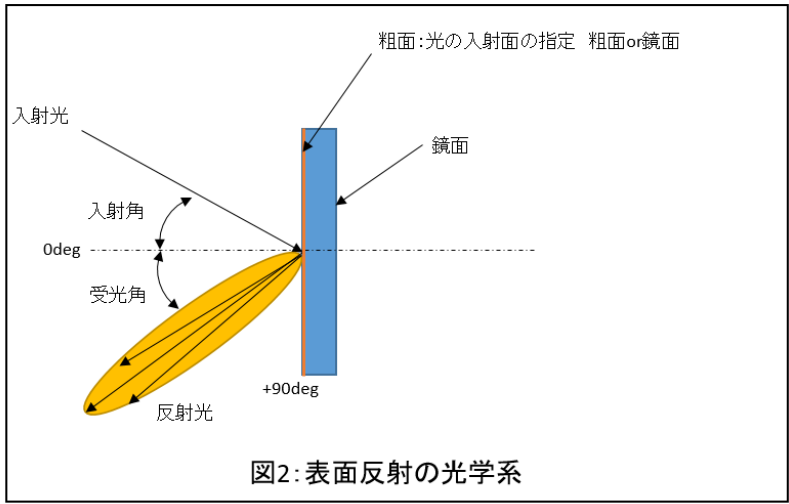
入射角可変、反射/透過光散測定器

光シミュレーターの入力情報としてご使用いただけます。

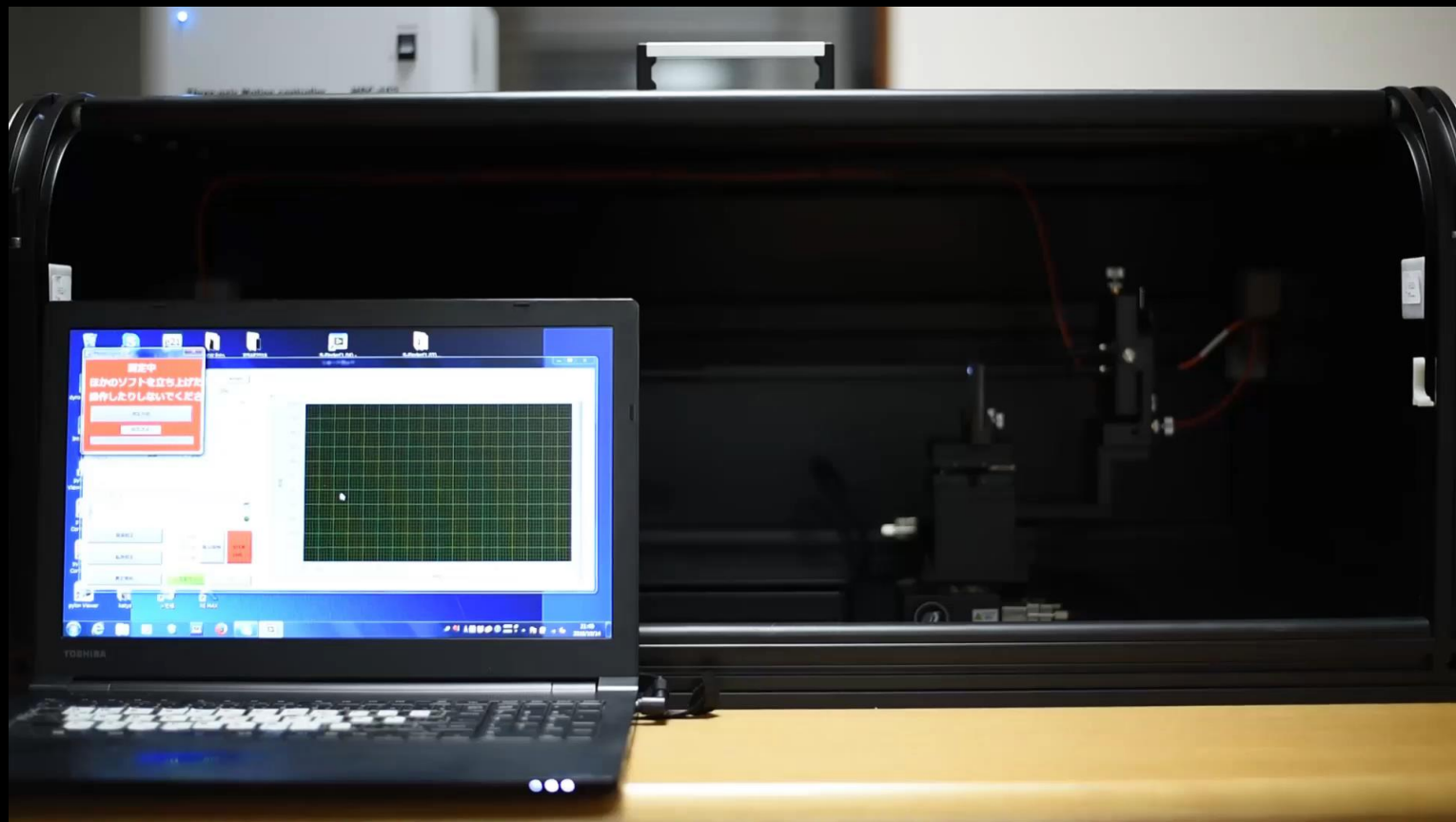
対応光シミュレータ: Light Tools ZEMAX Lumicept SPEOS FRED

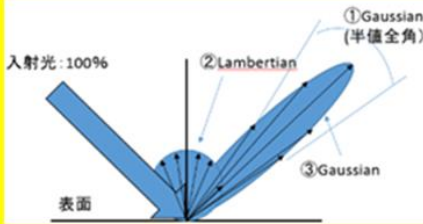
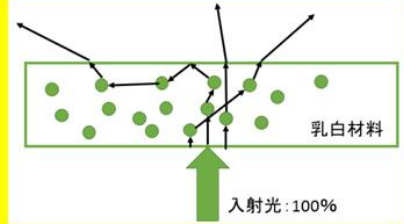
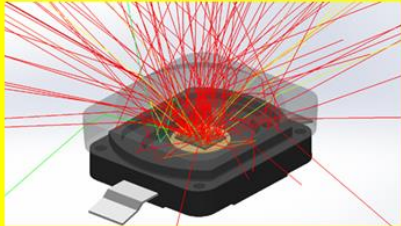
光散乱測定器 S-Finder概要

測定器名称	S-Finder
メーカー	GEE株式会社
測定方式	ゴニオメータ
入射角	透過0～85deg、反射30～85deg
受光角	±90deg
測定ピッチ角	0.5deg
光源	平行光源LED 各色 RGB三色、白色、赤外線
センサー	シリコンフォトダイオード
散乱パラメータ同定方式	逆解析
測定結果	HG関数 gパラメータ,散乱係数,吸収係数



光散乱測定器 S-Finder 動画DEMO



 ①BSDF	 ②体積散乱
 ③レイファイル	 ④実機相関

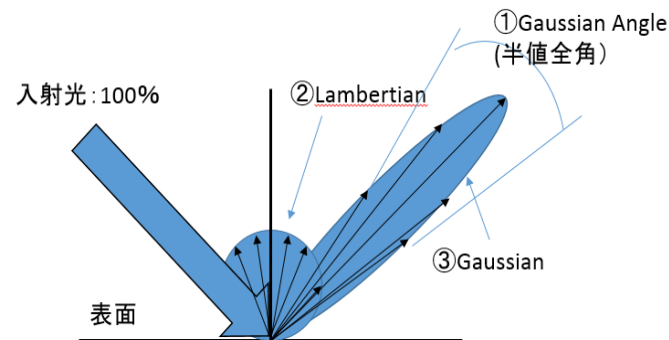
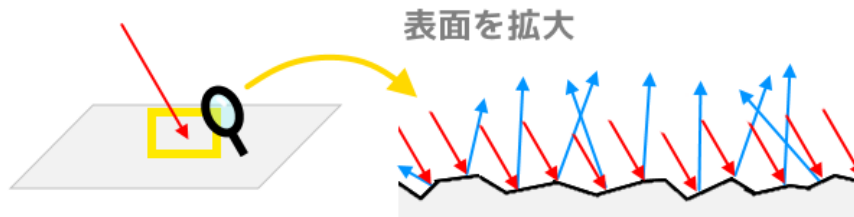
3. ①BSDF測定



双方向散乱分布関数 (BSDF、bidirectional scattering distribution function)とは、物体表面での光の散乱を計算するために使用される拡散近似モデルである。CGなどで使われる。

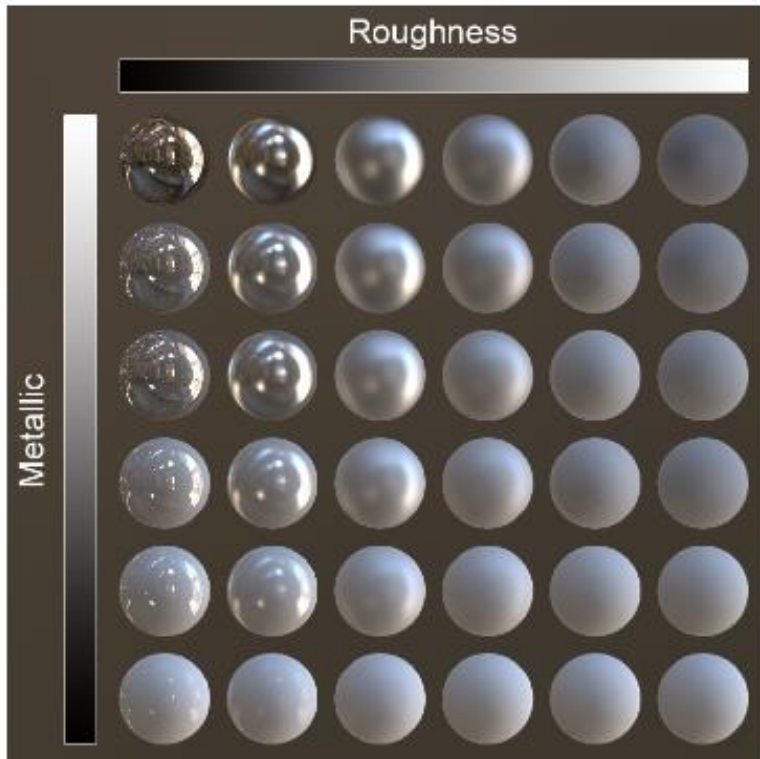
$BSDF = BTDF(\text{透過散乱}) + BRDF(\text{反射散乱}) + \text{吸収}$

微細表面 (マイクロファセット)



①BSDF測定

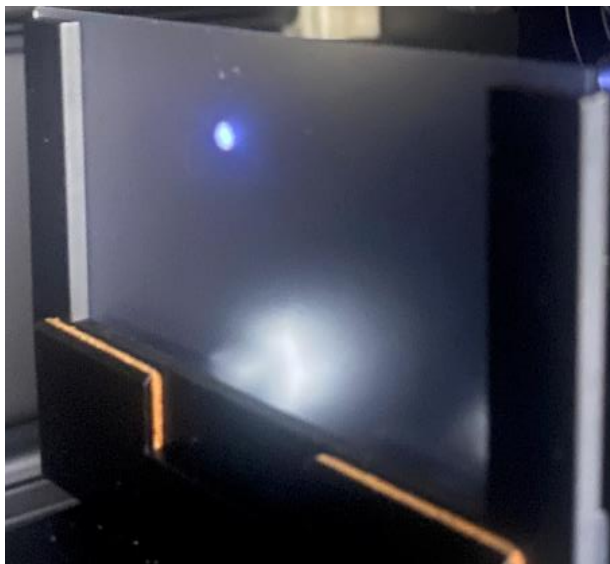
見え: 材料の表面の質感、色を決める



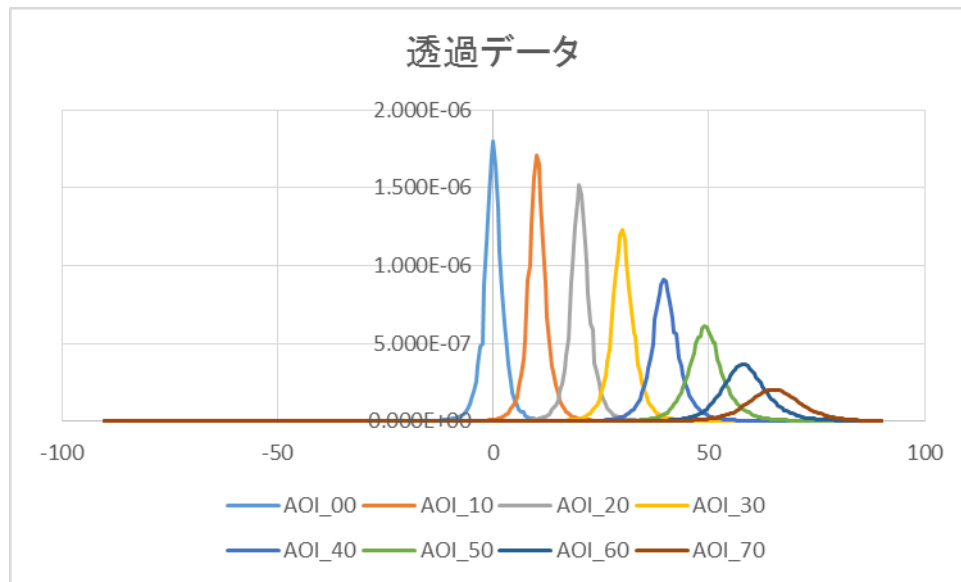
①BSDF測定



拡散シート:照明の配光特性を調整する



TSUJIDEN製/D171S

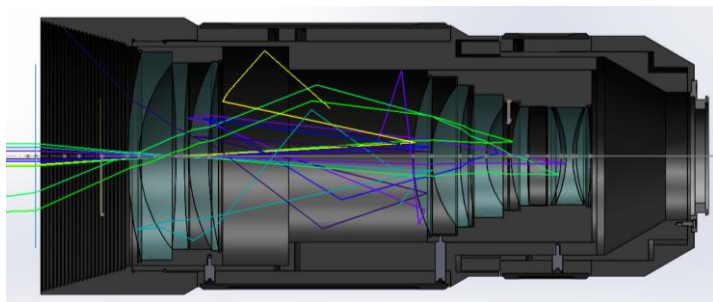
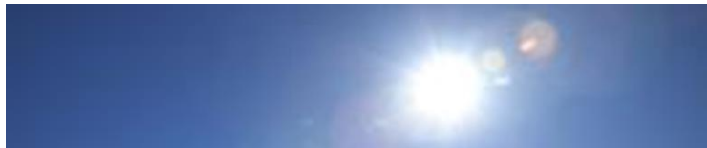


拡散シートにより、光の方向性が変わる

①BSDF測定



黒色シート：迷光対策をする



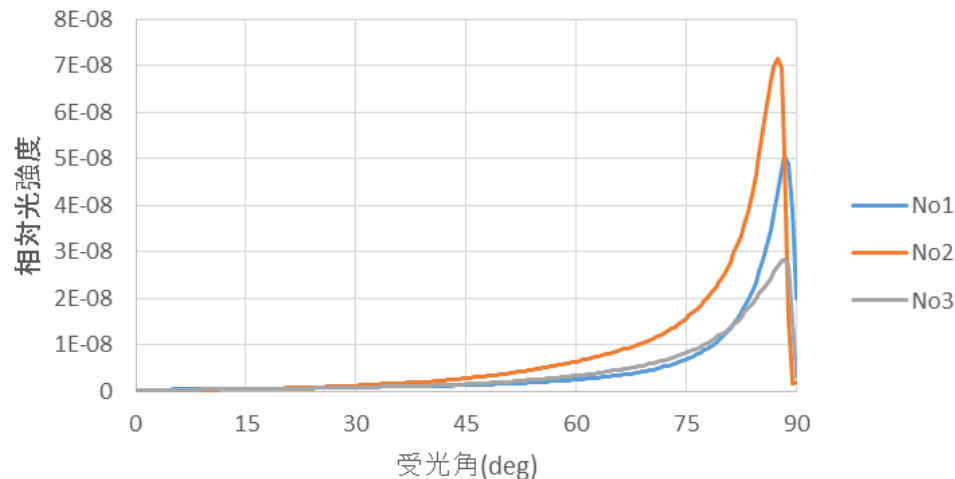
レンズの鏡筒のゴースト事例



ゴースト対策の植毛紙など

HUD、プロジェクター、カメラの迷光対策

入射角85deg 表面光散乱



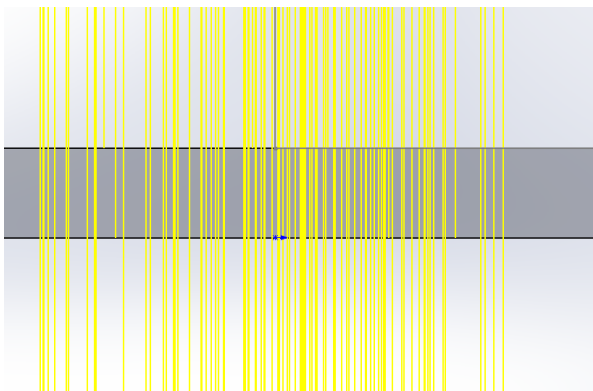
黒色材料の反射特性：BRDF

同じ黒色でも入射角により反射率が異なる事例

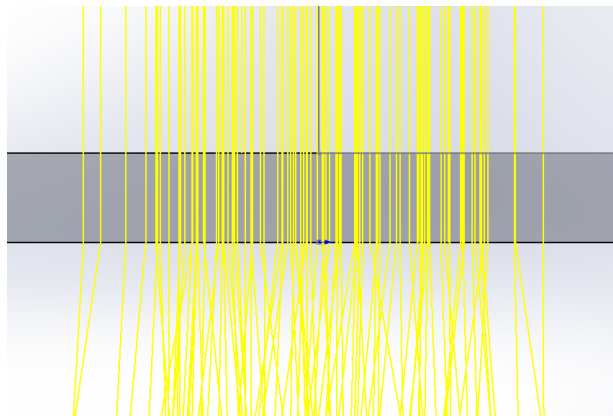
①BSDF測定



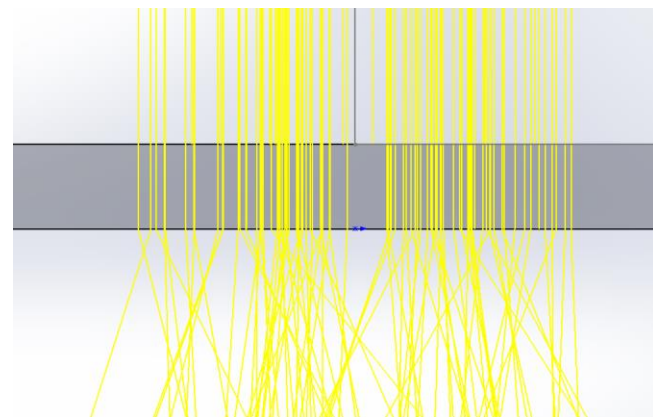
光解析の光線追跡事例



鏡面
光がまっすぐ抜ける



表面散乱小
光が表面でわずかに散乱
アンチグレアフィルムなど

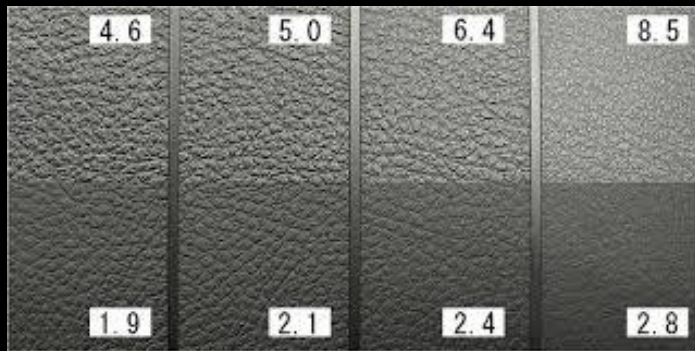


表面散乱大
光が表面で大きく散乱
拡散シートなど

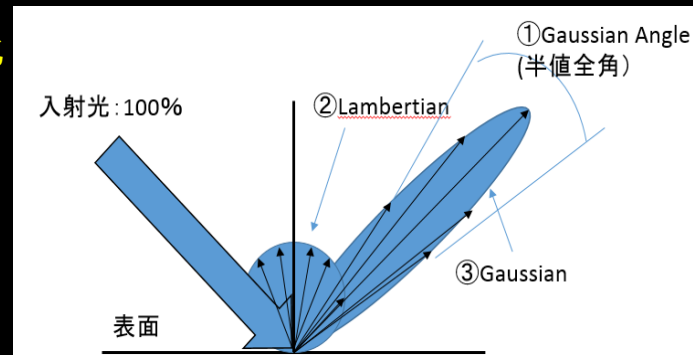
光シミュレーターに適用可能な光散乱計測サービス

表面散乱

サンプル板



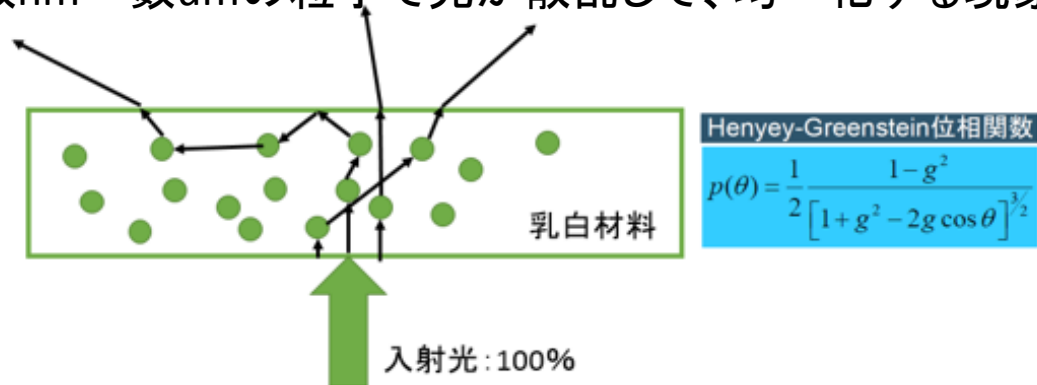
散乱特性のデータ化



- 対象: 50mm角以上の光散乱材料平板
- 測定形式: ガウシアン反射率／透過率、ランバーシアン反射率／透過率
- 対応可能な光シミュレーター: Light Tools , ZEMAX , Lumicept , SPEOS, FRED
- 想定される用途: LED照明の照度の均一化、照明の輝度ムラの改善、光散乱材料の選定

4. ②体積散乱測定

体積散乱とは
材料内部の数nm～数umの粒子で光が散乱して、均一化する現象



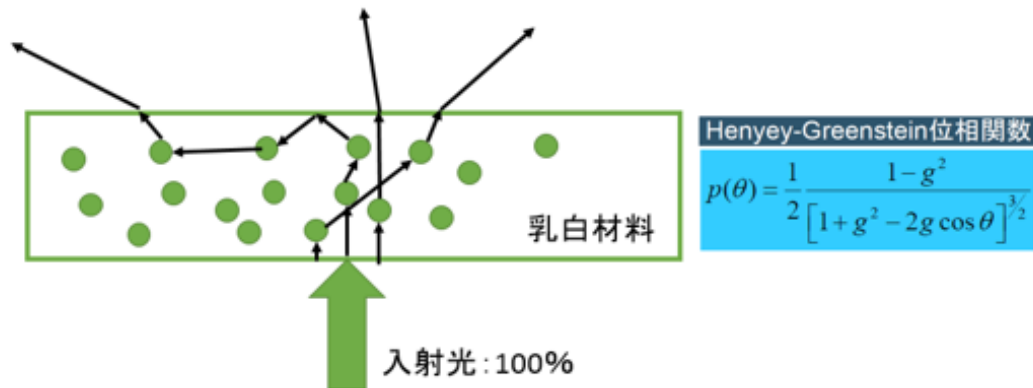
②体積散乱測定

体積散乱のパラメータ

g パラメータ: 一粒の粒子に当たった時の光の散乱する方向を決定する

散乱係数 $u_s(\text{mm}^{-1})$: 材料内部の粒子の濃度

吸収係数 $u_a(\text{mm}^{-1})$: 材料内部の吸光度



②体積散乱測定



LEDの点光を均一化させる



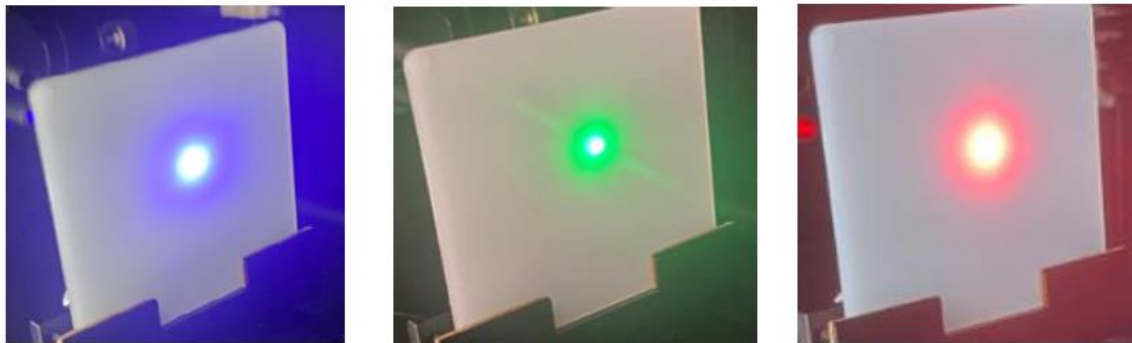
体積散乱が使われていない例
LEDの点光が目立つ



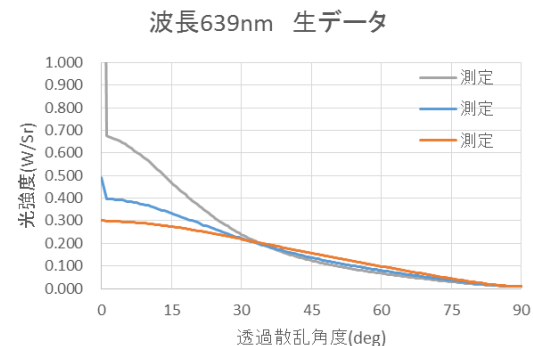
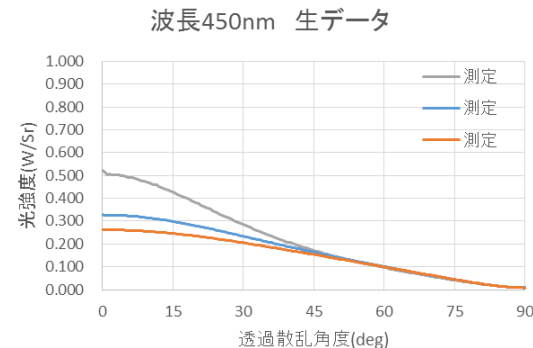
体積散乱が使われている例
LEDの点光が目立たず
光の塊が表現できる

②体積散乱測定:測定事例

一見、白色に見えても色の依存性がある 青色の方が散乱しやすい
設計に使用する範囲の厚さ3種で測定し、厚さの関数を算出する



サンプルに青色、緑色、赤色のLED平行光源をそれぞれ照射している様子

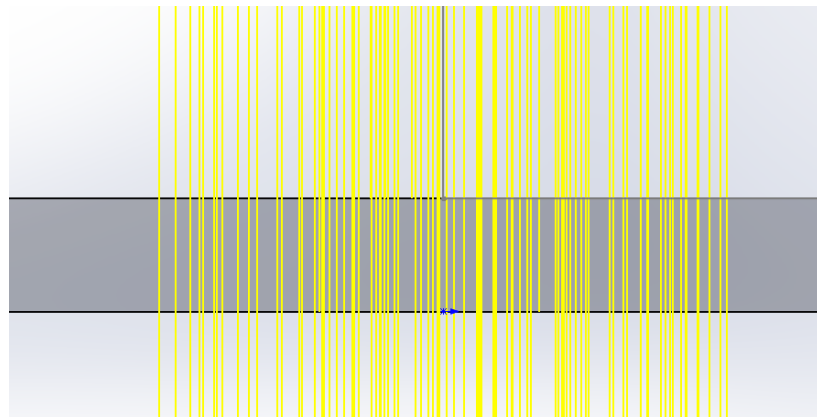


測定結果

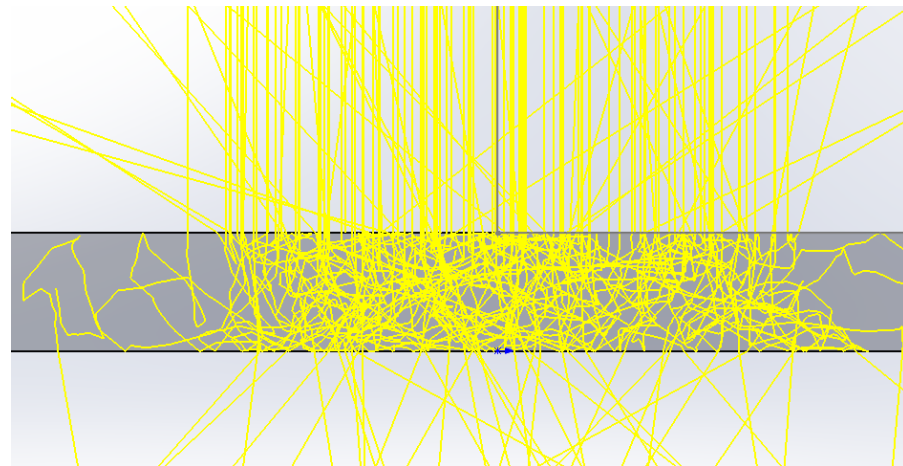
Henye-Greenstein 関数のパラメータ

	波長			
波長(nm)	450	523	639	Light Tools 設定値
吸収係数 $u_a(\text{mm}^{-1})$	0.003	0.002	0.001	-
散乱係数 $u_s(\text{mm}^{-1})$	34.0	29.0	25.0	○
消衰係数 k	1.07E-07	8.32E-08	5.09E-08	○
散乱パラメータ g	0.900	0.900	0.900	○
透過率	1	1	1	○

②体積散乱測定:光解析の光線追跡事例



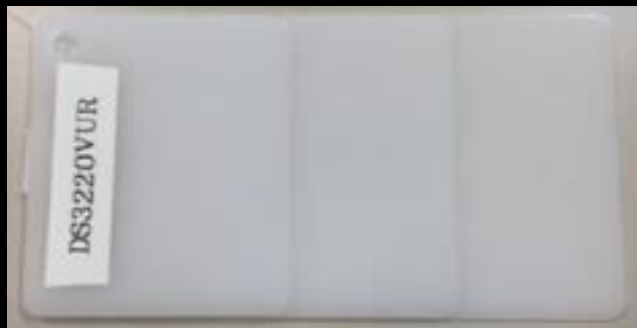
透明材料
光がまっすぐ透過する



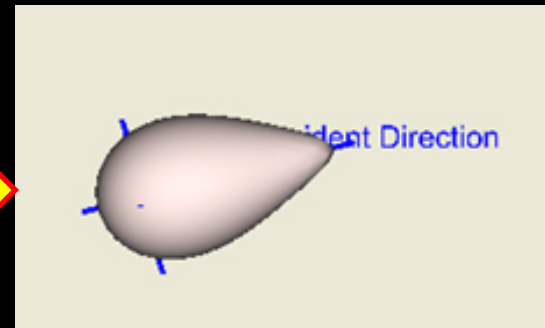
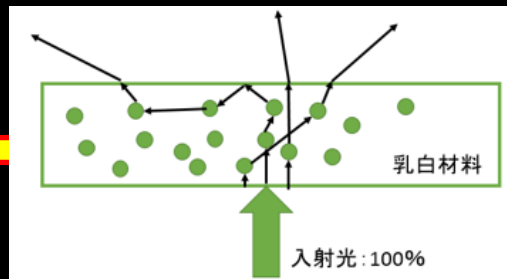
体積散乱材料
材料内部で光が散乱する

光シミュレーターに適用可能な光散乱計測サービス

サンプル板

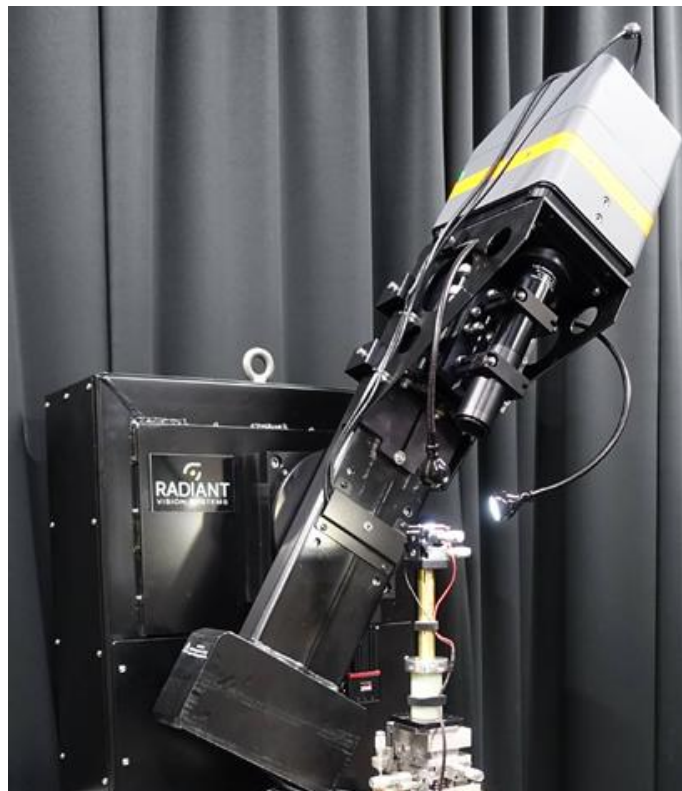


体積散乱 拡散特性のデータ化



- 対象: 50mm角以上の光散乱材料平板 鏡面、設計に使用する厚さ3種 例 t_1 、 t_2 、 t_3 mm
- 測定形式: Henyey-Greenstein関数 散乱パラメーター g 、拡散係数(mm^{-1})、吸収係数(mm^{-1})
- 対応可能な光シミュレーター: Light Tools , ZEMAX , Lumicept , SPEOS , FRED
- 想定される用途: LED照明の照度の均一化、照明の輝度ムラの改善、光散乱材料の選定

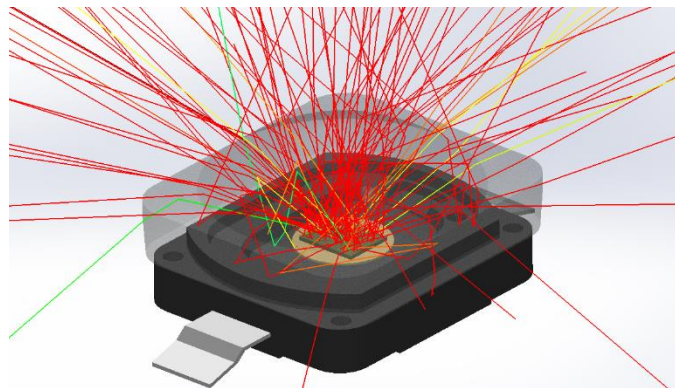
5.③LEDレイファイル測定



ニアフィールド測定器
SIG-400C129

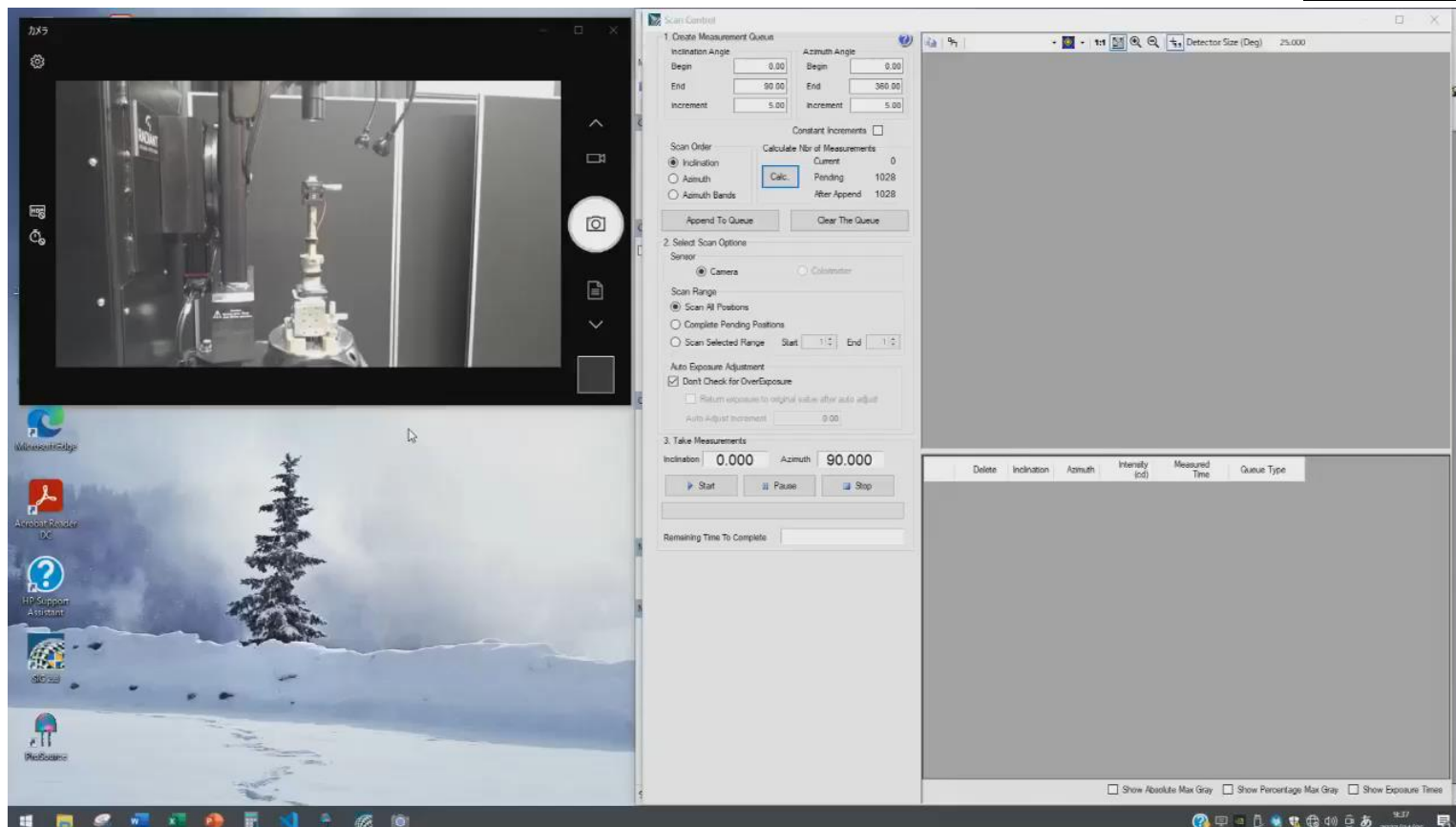
レイファイルとは
光解析ソフトの光源設定として使用可能なファイル

光源の発光位置、光強度、方向、波長情報
光線本数 100万本～1億本

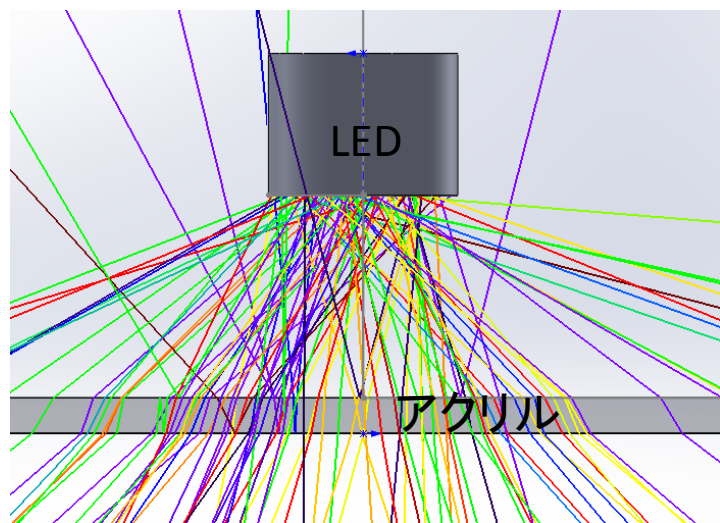


LED光源のレイファイル
光線図

③LEDレライフイル測定：測定DEMO



③LEDレイファイル測定：光解析の光線追跡事例



測定項目：光源のニアフィールド、ファーフールド、レイファイル出力

- ・仰角：±140 度
- ・方位角：0～360 度
- ・サンプルサイズ：2.2mm～(対角)
- ・波長：可視光
- ・対応：光シミュレーションソフト
FRED , LightTools , ZEMAX , Lumicept , SPEOS
- ・用途：LED の選定、LED グレードの選定、LED カスタムの仕様決め、
発光モジュールの性能評価

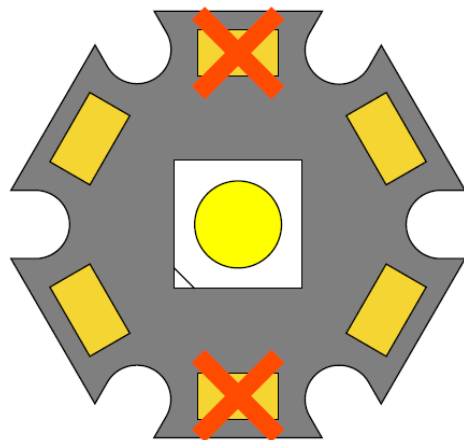
LEDの光線追跡：色は波長を示す

③LEDレイファイル測定:LEDの支給形態



スター基板にLEDを実装し、赤黒のリード線を付けてください

推奨の配線方法



- 座標系の軸（≒パッケージの外形）に平行または垂直な方向の電極は使わないこと。
- 配線は定格に合わせて選ぶ。できる限り細い方がよい。
可能ならLEDパッケージの厚さ以下。
（例：AWG24 直径約0.5mm、最大約3.5A）
（例：AWG25 直径約0.25mm、最大約2.7A）
- 配線の半田は可能な限り薄くする（LEDパッケージより低いことが望ましい）。
- 配線の先端は未処理でも良い。QIコネクタ（2550コネクタ）とする場合は、両極ともピンコネクタでハウジングは不要（ピンコネクタは定格3Aであることに注意）。

6.④実機関連/光受託解析サービス



自動車エクステリア照明における視認性、眩しさの課題



④実機相関/光受託解析サービス 光解析で実機相当の再現のご支援をします



自動車エクステリア照明における視認性、眩しさの課題



ホットスポット: 解析で再現できずに試作品で発生

④実機相関/光受託解析サービス 光解析で実機相当の再現のご支援をします



自動車エクステリア照明における視認性、眩しさの課題

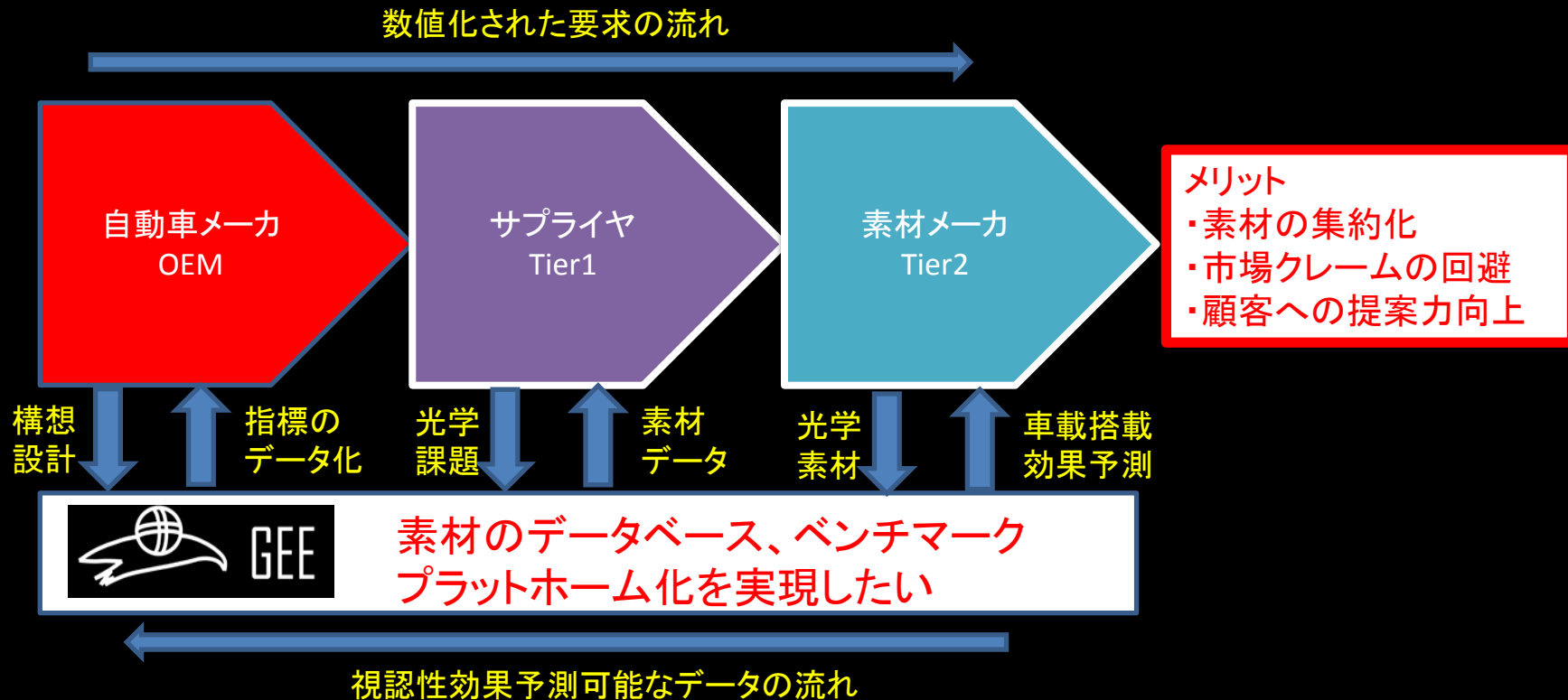
スジムラ: 解析でスジムラが出ずに、試作品で発生に気づく

輝度ムラ: 意匠性を損なう

眩しい: 規格に適合するが、官能評価で眩しさを指摘される

乳白材料: 計算時間がかかる、輝度が合わない

GEE提案：自動車業界の視認性のビジネスイノベーションソリューション



7.測定サービスのお問い合わせから納品まで

webmaster@gee2016.com

GEE(株) 蒲原(かんばら)



光学ソフト入力は大きく分けて3種

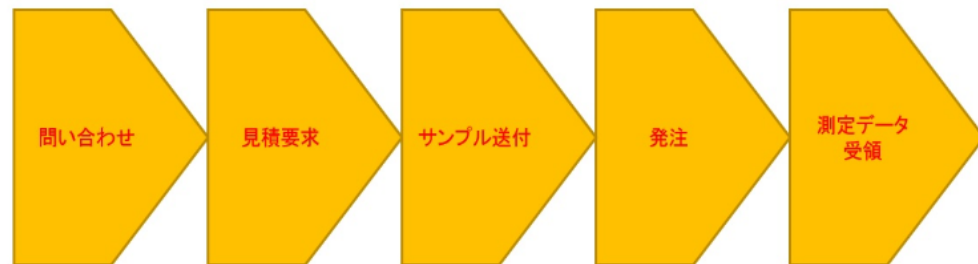
①表面散乱:BSDF, ②材料内部:体積散乱, ③光源:レイファイル

国内対応で短納期 標準納期 1 週間

材料メーカー標準品は半額キャンペーン実施中

光解析と測定が合わない場合、実機相関対応可能

実機相関は解析モデルをお預かりして課題原因箇所を特定



測定サービスの流れ

