

USB スペクトロメーター ezSpectra 815V (アプリバージョン 1.10.2)

主な仕様

測定波長領域	340～780nm
波長精度	±0.5nm
波長分解能(半値幅)	12nm (typ), 15nm (max)
相対強度精度	1% (typ)
検出器画素数	256, うち有効 230 (typ)
輝線迷光	-25dB (±40nm)
確度 (照度)	±5%
動作温度範囲	+5～+50℃
A/D 分解能	15 ビット (max)
露光時間	10ms～10,000ms
インタフェース	USB 2.0 (マイクロ USB コネクタ)

使用上の注意

- 非常に精密な光学機器です。強い衝撃を与えないようご注意ください。
- 剥き出しの基板はショートや静電気で破損する恐れがあります。注意してお取り扱いください。
- 精密な電子回路ですので、なるべく、電磁シールド効果のあるケースに入れてお使いください。ケースの推奨デザインについては「ケースのデザイン」の項目を参照ください。
- 回折格子式分光器の性質として、入射光の角度や分布によって、計測値に影響が出ます。正確な測定を行う場合は、必要に応じて適切な光学系を構築してください。詳しくは「光学系のデザイン」の項目を参照ください。
- 測定波長領域外に強いスペクトルのある光を入射すると、迷光の影響が出る場合があります。必要に応じてフィルタを使用してください。詳しくは「光学系のデザイン」の項目を参照ください。

ドライバインストール

Windows8.1 / Windows10 の場合

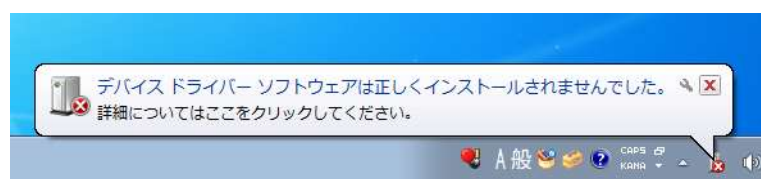
そのまま USB ポートに接続してください。自動的にドライバがインストールされ、すぐにお使いいただけます。

Windows7 の場合

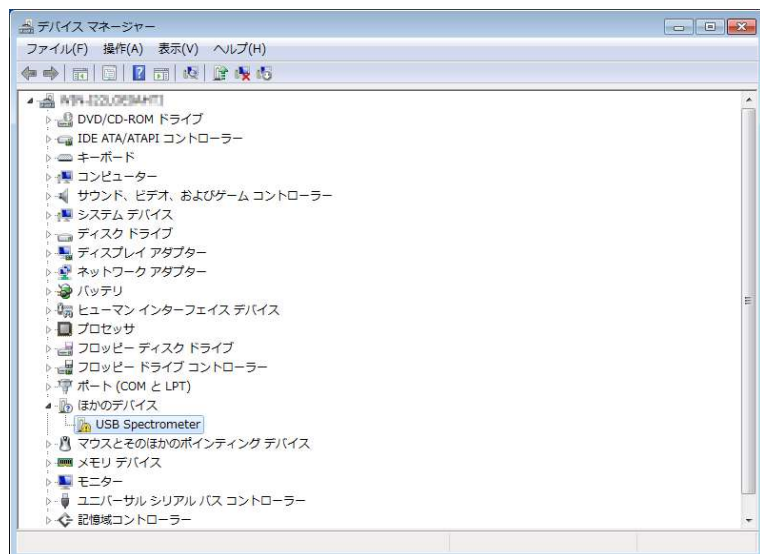
まず、以下の URL より Windows7 用ドライバをダウンロードして zip ファイルを展開 だけしてください。

<http://oaktree-lab.com/products/ezSpectra/downloads.html>

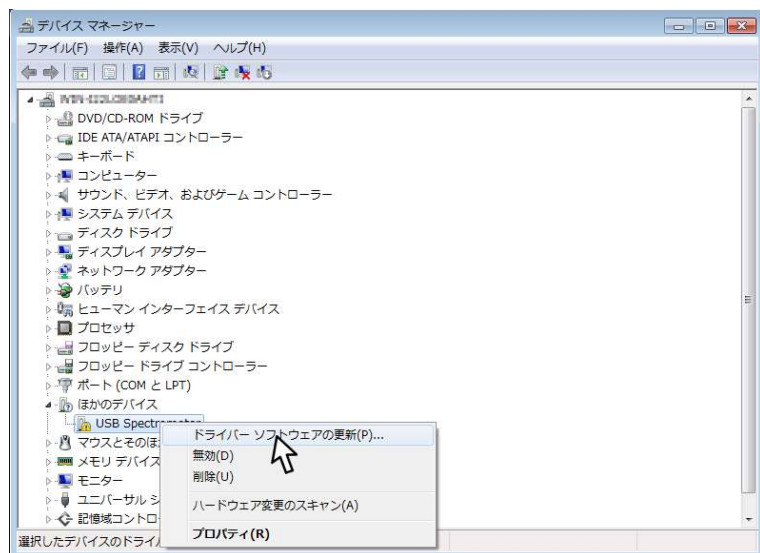
最初に本機を USB ポートに接続すると、以下のようなメッセージが出ます。



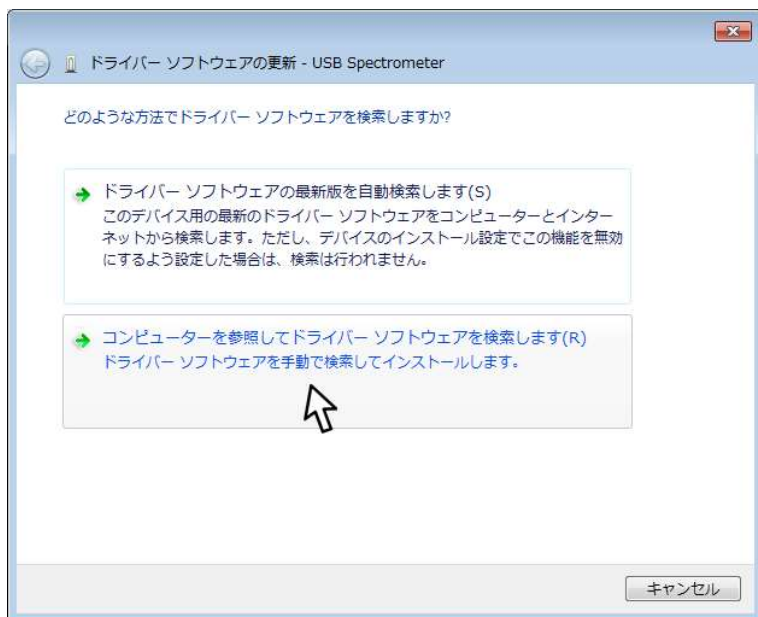
デバイスマネージャーを開くと、「USB Spectrometer」という項目が、黄色い「！」マークがついた状態で現れます。



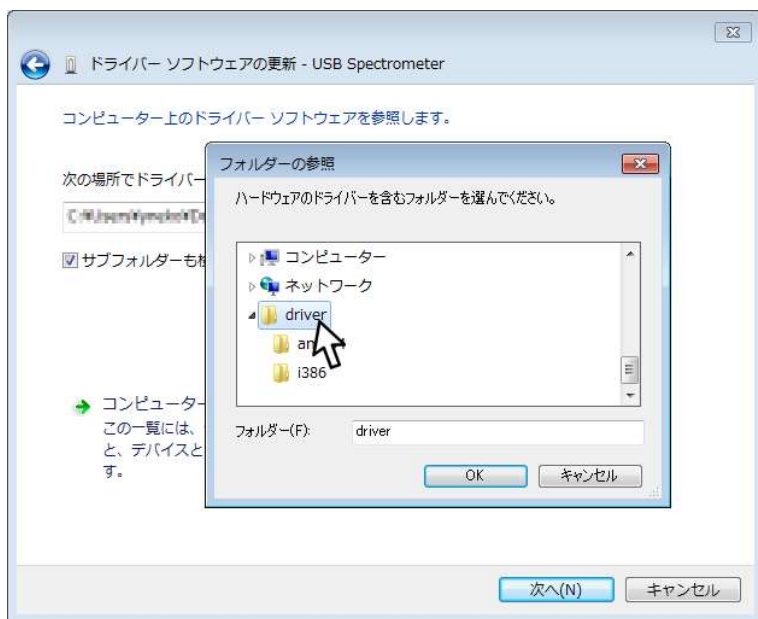
これを右クリックして、「ドライバーソフトウェアの更新」を選んでください。



続いて、「コンピューターを参照して・・・」を選択します。

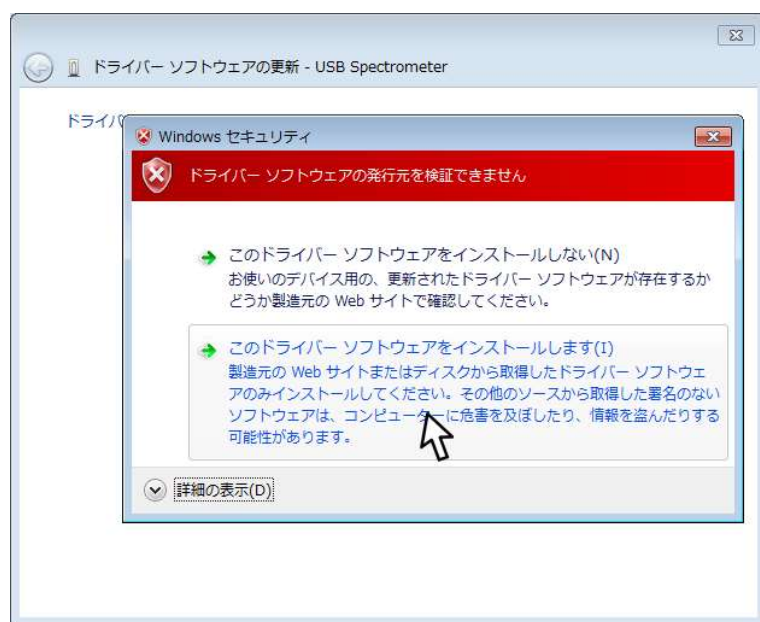


先ほどダウンロードしたドライバのフォルダを指定してください。

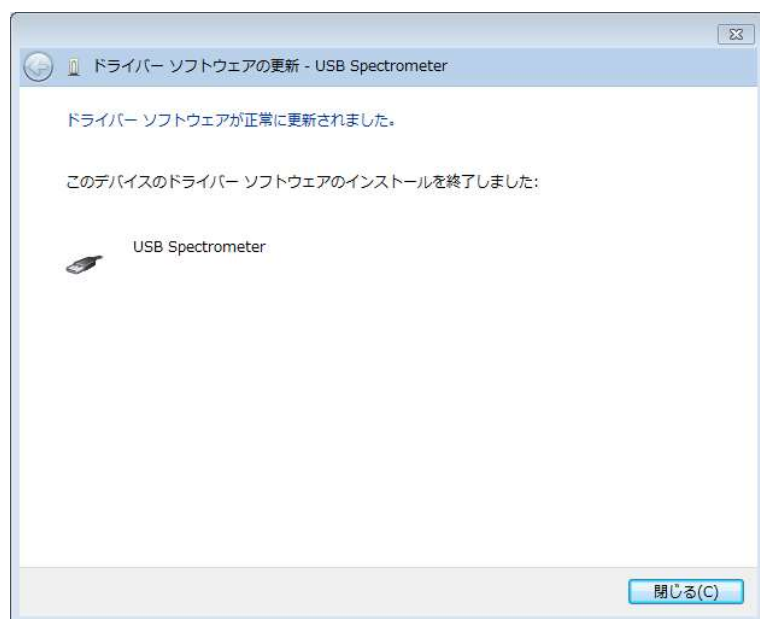


セキュリティに関する警告が出ますが、そのままインストールを進めてください。

このドライバは、Microsoft 製の純正品ですのでご安心ください。ドライバの電子署名は、各 DLL ファイルのプロパティからご確認いただけます。



以上で、ドライバのインストールは完了です。

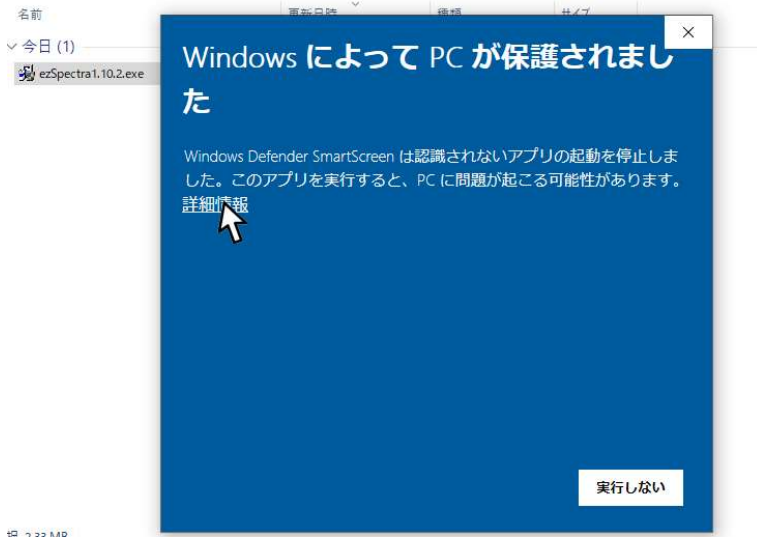


専用アプリのインストール

専用アプリは以下のページよりダウンロードしてインストールしてください。

<http://oaktree-lab.com/products/ezSpectra/downloads.html>

尚、その際、Windows Defender SmartScreen によって誤検知される場合があります。



このような表示が出ましたら「詳細情報」をクリックすると、下部に「実行」ボタンが現れますので、これをクリックするとインストールできます。

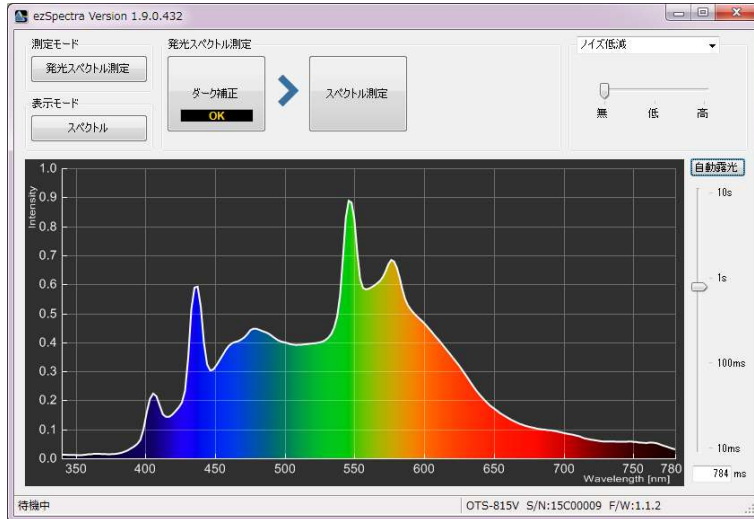


また、その他のセキュリティソフトをご利用の場合、個別の対応が必要となる場合があります。特に、利用者が少ないアプリ(例えば Symantec 社のセキュリティソフトの場合「WS.Reputation.1」と報告されます)として削除される場合がありますが、安全には問題がございませんので、どうぞ安心してインストールください。

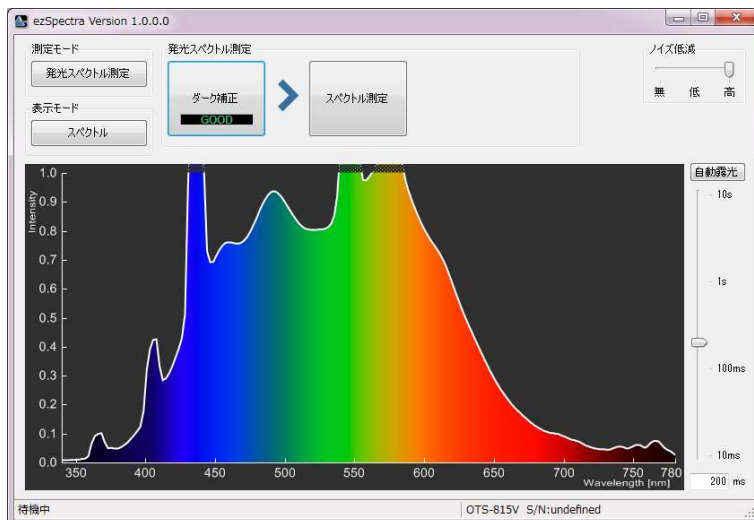
専用アプリの使い方

※ 以下、アプリのバージョンによって操作画面が異なる場合があります。ご注意ください。

本機を USB ポートに接続して専用アプリ「ezSpectra」を起動すると、自動キャリブレーションの後、入射光のスペクトルがリアルタイムに表示されます。



入射光が強すぎると、センサーが飽和を起こし、下図のように上限を超えた部分が網掛けされて表示されます。一部でも飽和した場合、全体のスペクトルに影響が出ますので、飽和しないように露光時間を調整してください。



各グラフやデータの表示エリアを右クリックすると、表示に関する設定ができます。



測定モード

基本的な測定モードを選択します。

- 発光スペクトル測定
光源のスペクトルや演色評価、照度等の測定を行うモードです。
- 吸収スペクトル測定
サンプルの吸収スペクトルや透過スペクトルを測定するモードです。

表示モード

各測定モードにおける表示を選択します。

- スペクトル表示（発光スペクトル測定モード）
最も基本的なスペクトルの表示です。
- 演色性評価（発光スペクトル測定モード）
光源の色温度や色座標、CIE CRI による演色性評価を表示します。
- TM-30-15（発光スペクトル測定モード）
TM-30-15 による演色性評価を表示します。
- エネルギー測定（発光スペクトル測定モード）
照度と光合成有効光量子束密度(PPFD)、色温度を測定します。
- 透過スペクトル（吸収スペクトル表示モード）
以下の式で与えられる、サンプルの透過スペクトルを表示します。

$$\%T = 100 \times \frac{I}{I_0}$$

- 吸収スペクトル（吸収スペクトル測定モード）
以下の式で与えられる、サンプルの吸収スペクトルを表示します。

$$Abs = \log \frac{I}{I_0}$$

ダーク補正

半導体の性質上、熱によって励起された電子によって暗電流を生じ、測定誤差を生じます。これを補正することを「ダーク補正」と呼びます。ダーク補正を行う場合は、センサーを遮光して「ダーク補正」ボタンをクリックしてください。

ダーク補正ボタンに表示される文字によって、現在の補正状況を知ることができます。

- GOOD** 良好な補正を得られている状態
- OK** 補正を得られているが品質が若干低い状態
- BAD** 十分な補正を得られていない状態

本機には、過去に行ったダーク補正のデータを利用してダーク補正を省略する機能がありますが、急激な温度変化等の影響で温度が正確に記録されなかった場合、**GOOD** の表示が出ていても正しく補正されていない場合があります（遮光した状態でスペクトルが正または負にずれます）。そのような場合、改めてダーク補正を行ってください。

ノイズ低減

半導体の熱雑音や、電子回路のノイズの影響を、オーバーサンプリングによって低減する機能です。「無」に設定した場合、オーバーサンプリングを行いません。

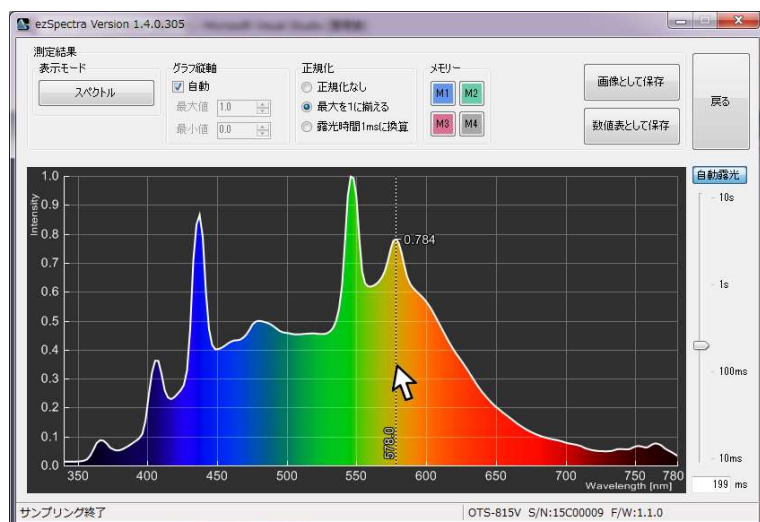
ノイズ低減が有効になっている場合、測定時に統計処理を行い、収束半径が一定値以下になるまでオーバーサンプリングを続けます。測定中は入射光を一定に保ってください。オーバーサンプリング中は収束の状況が緑色のバーで表示されますが、入射光が変動してうまく収束しない場合、バーが行ったり来たりします。各測定ボタンをもう一度クリックすると、オーバーサンプリングを中断できます。

露光調整

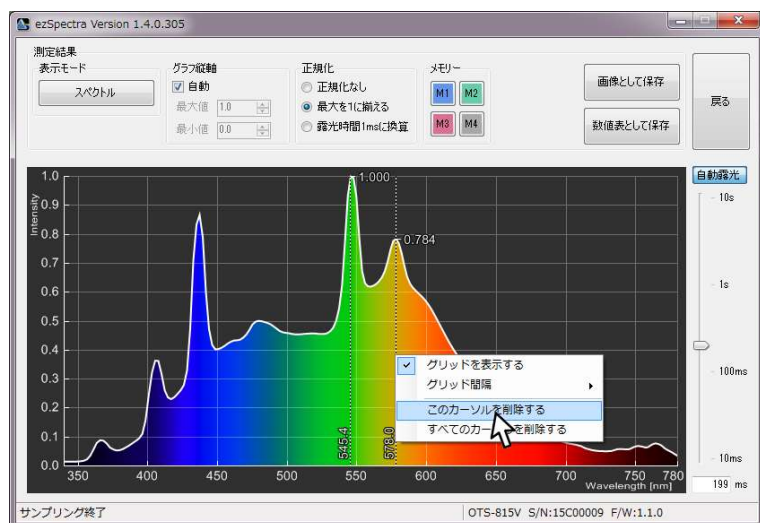
スライダを調整するか、下の表示欄に直に数値を入力することで露光時間を設定できます。また、「自動露光」をONにすると、最適なスペクトル強度が得られるように自動的に露光を調整します。

カーソル

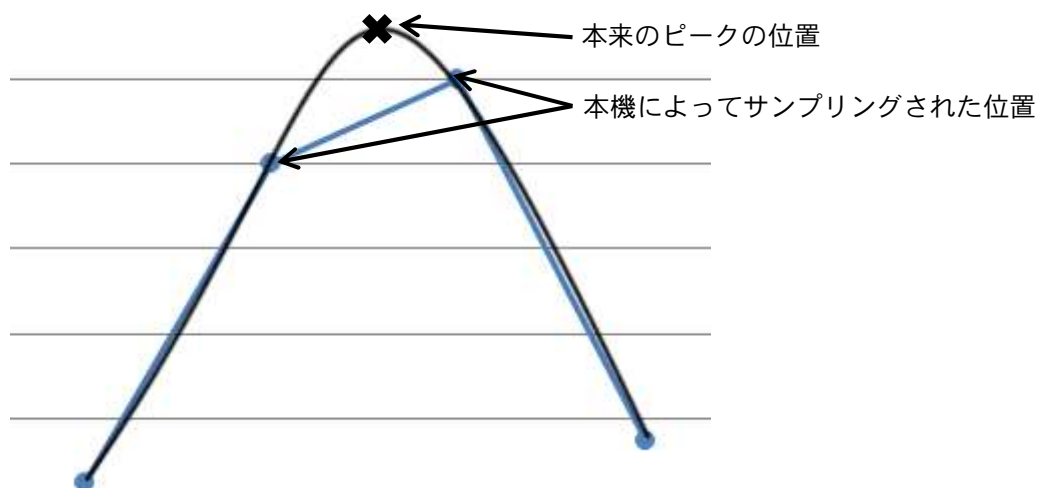
測定結果の表示中にスペクトルの上にマウスカーソルを移動（タッチパネルの場合はドラッグ）すると、波長と分光強度を表すカーソルが表示されます。クリック（タッチパネルの場合は指を離す）するとその場にカーソルを設置できます。



不要なカーソルは、画面外にドラッグするか、右クリックすることで削除できます。

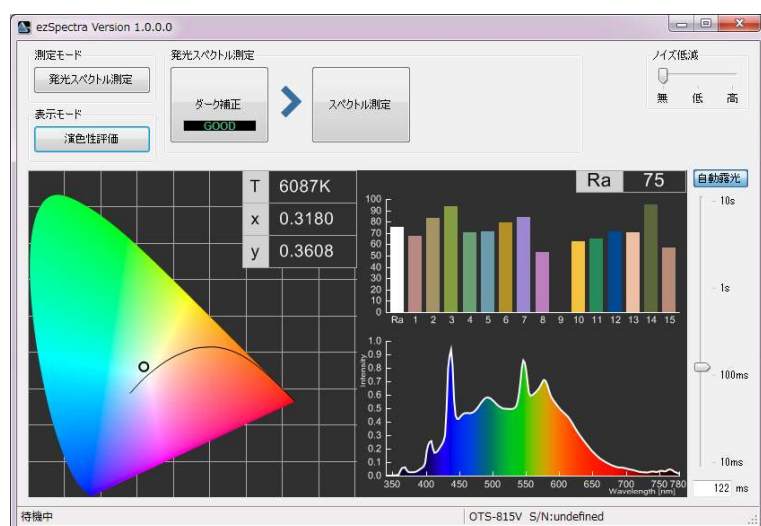


本機の波長分解能以下の鋭いピークの場合、ピークの位置によっては、本来のピーク波長をカーソルで読み取ることができない場合があります。（ピーク位置の推定機能は今後実装する予定です）



演色性評価

光源の色温度、色座標、演色性を表示するモードです。画面左半分は xy 色度図、右上は試験色 R1～R15 までの各演色評価数を表示します。「スペクトル測定」ボタンをクリックすると、測定を行い、結果表示画面に移行します。



T 相関色温度

x, y xy 色度図における色座標

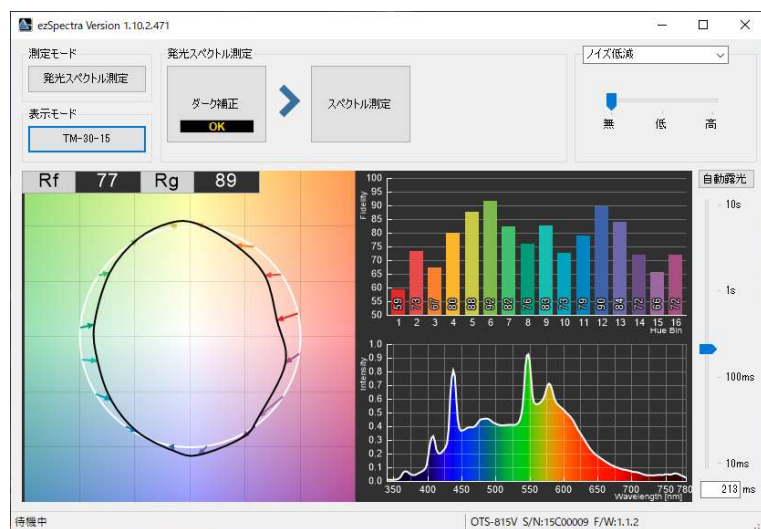
Ra 平均演色評価数 (R1～R8 の平均)

xy 色度図の中の線... 黒体軌跡 (10000K まで)

色度図を右クリックすると、各目盛の表示を調整できます。

TM-30-15

光源の演色性を TM-30-15 によって表示するモードです。画面左半分はカラーベクターグラフィック、右上は各色相区画ごとの忠実度(Rf_i)を表します。



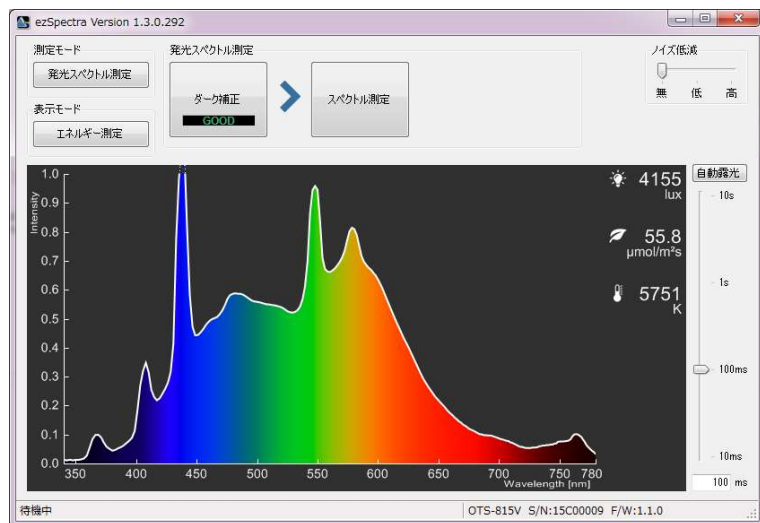
Rf・・・ 忠実度指数

Rg・・・ 色域指数

カラーベクターグラフィックを右クリックすると、グリッドや線の引き方を調整できます。

エネルギー測定

照度や光合成有効光量子束密度を測定するモードです。誤差を少なくするため、なるべく、スペクトルが上下いっぱいの高さに表示されるように露光時間を調整してください。自動露光を ON にすると簡単に適切な露光に調整できます。



..... 照度 [lux]



..... 光合成有効光量子束密度(PPFD) [$\mu\text{mol}/\text{m}^2\text{s}$]



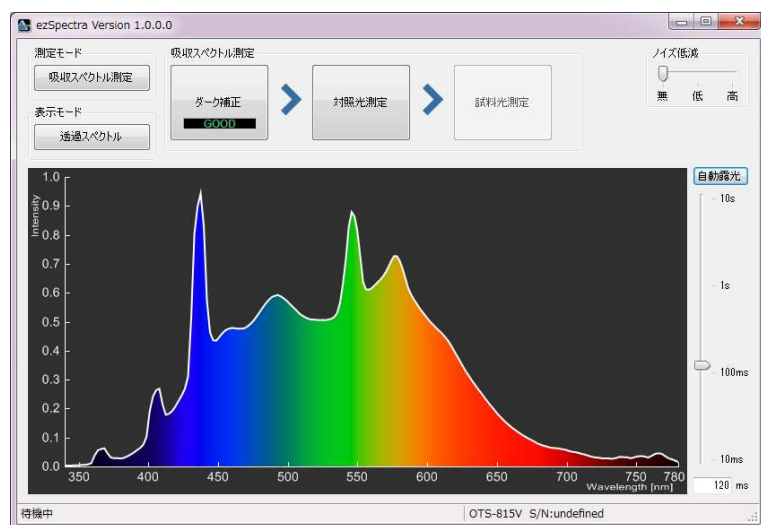
..... 相関色温度 [K]

右側の、各測定値が表示されている領域を右クリックすると、測定値の校正を行うことができます。正確な測定器で測定し、その値を各欄に入力してください。

拡散板や減光フィルタ等の光学系を取り付けた場合は、必ず校正を行ってください。また、出荷時の校正の精度はあまりよくありませんので、精度のよい測定器を利用できる場合は、校正を行ってから利用されることをお勧めします。

透過スペクトル測定モード

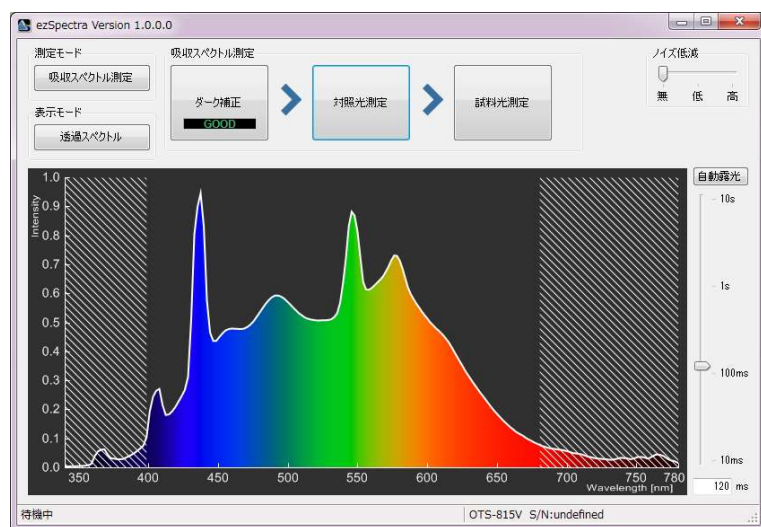
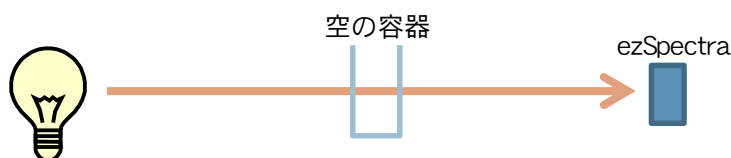
サンプルの吸収スペクトルや透過スペクトルを測定するモードです。



まず、なにも通さない対照光を入射して、「対照光測定」ボタンをクリックしてください。スペクトル強度が弱すぎて十分な測定品質を期待できない範囲には斜線がかかり、測定から除外されます。なるべく、鋭いピークのないなめらかなスペクトルの光源を使用してください。



または、

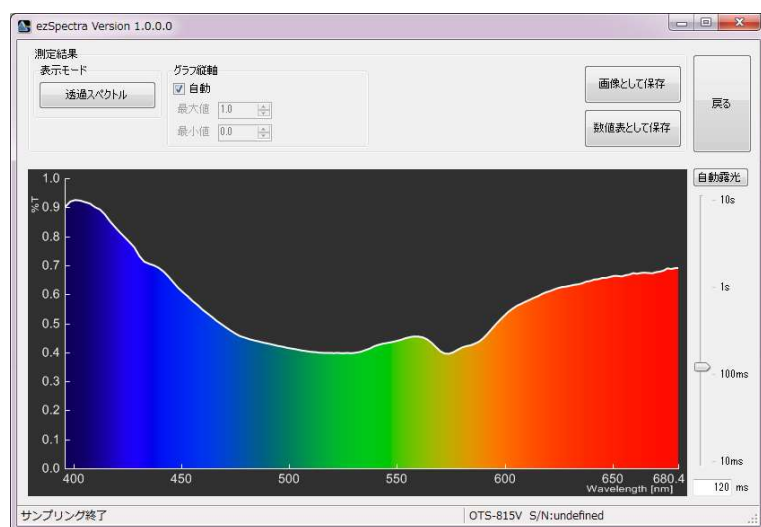
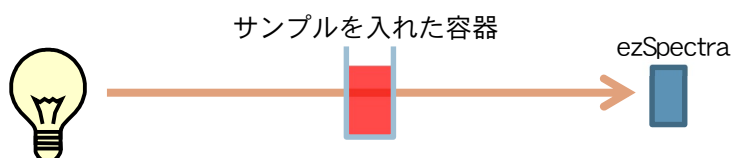


次に、測定対象のサンプルを通した光を入射して、「試料光測定」ボタンをクリックしてください。測定完了後、自動的に結果表示画面に移行します。

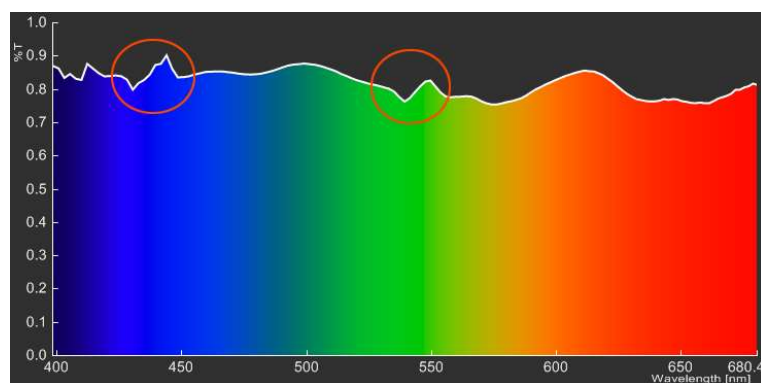
※ サンプルの透過率が低い場合には、露光時間を変更してから試料光を測定することもできますが、センサーの特性上、精度が若干低下します。



または、

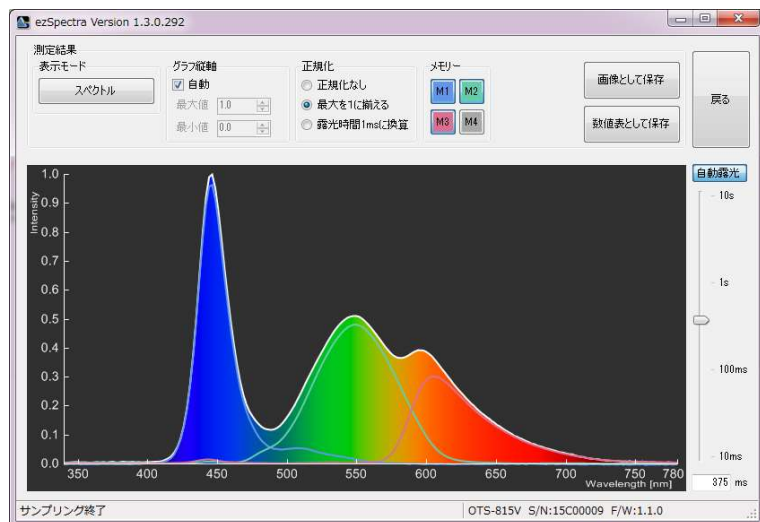


下図のように、上下に対称な鋭いピークが現れる場合があります。これは、入射光が開口数の条件を満たしていないときに生じます。拡散板等を利用して入射光を整形してください。詳しくは「光学系のデザイン」の項目を参照ください。



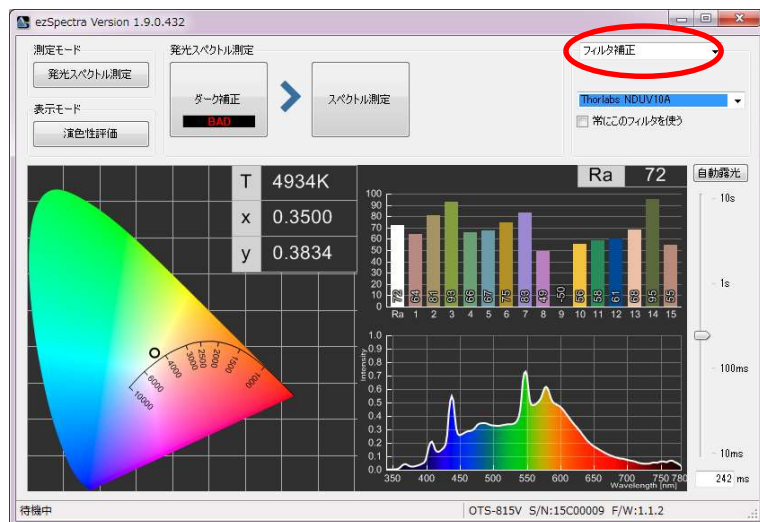
スペクトルメモリー

結果表示画面では、最大4つの過去の測定結果と、現在の測定結果のスペクトルを重ね合わせて表示することができます。「メモリー」の枠内にある「M1」～「M4」のボタンをクリックすると、現在の測定結果をメモリーに記憶し、もう一度クリックすると解除されます。メモリー使用中に「数値表として保存」を行うと、メモリーの内容も合わせて出力されます。



フィルタ補正

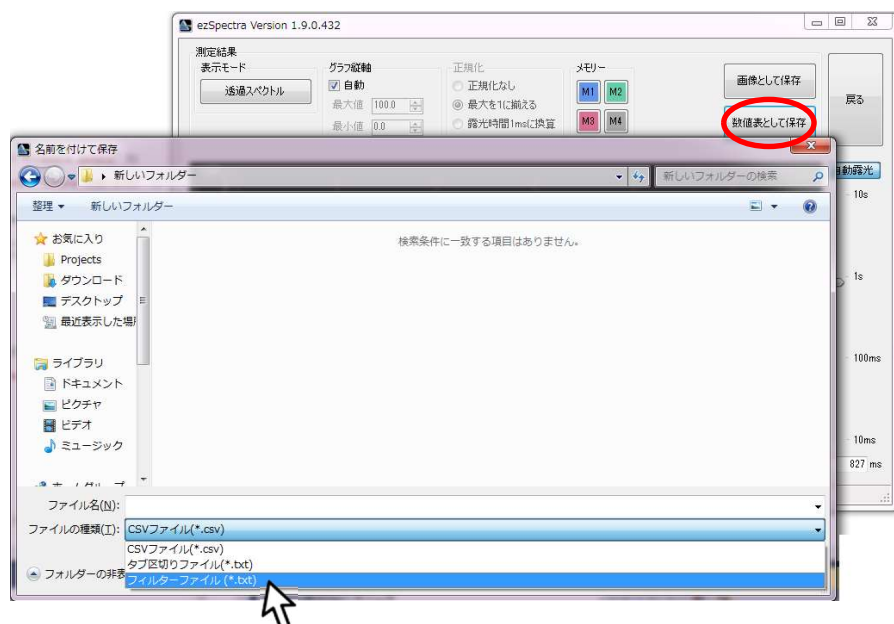
フィルタなどの光学系を取り付けた状態で、その特性を補正して測定します。例えば、減光のためにNDフィルタを取り付けると、フィルタの分光特性によって測定値にズレが生じますが、これをフィルタに合わせて補正することができます。右上の測定設定から「フィルタ補正」を選択し、一覧から使用するフィルタを選択してください。



フィルタを選んで「常にこのフィルタを使う」をチェックすると、次回アプリを起動したときも、自動的にそのフィルタが選択されます。

アプリには、いくつかの代表的な光学実験用フィルタのデータが同梱されていますが、独自のフィルタのデータを作成することもできます。

「透過スペクトル測定」モードで、フィルタ（または光学系）の分光特性を測定し、「数表として保存」からファイルの種類「フィルターファイル」を選択して、マイドキュメント内の「¥ezSpectra¥Filters」フォルダに保存してください。保存した後、アプリを再起動すると、新しいフィルタを利用できるようになります。



※作成したフィルタは、作成したときに利用した ezSpectra 本体専用となります。

※色温度や演色性を計算するには、380～780nm の波長が必要です。それに満たない波長域のフィルタを使用した場合、これらの値は計算されません。

光学系のデザイン

スリット中心

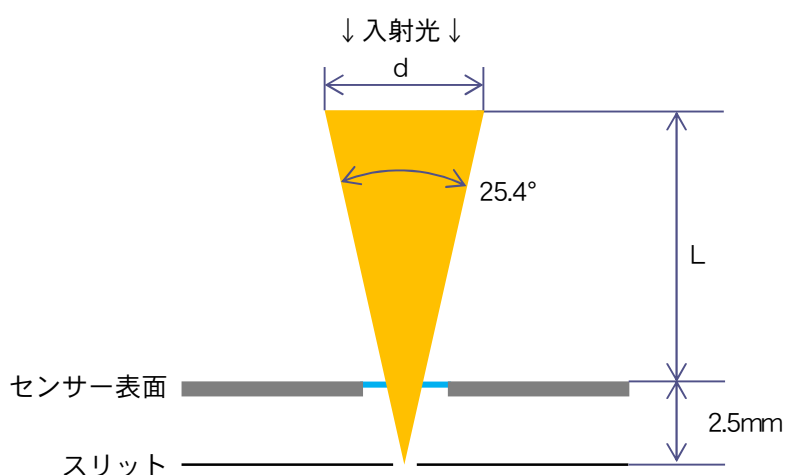
スリットの中心は、基板上の「+」印の中心、プリント基板表面より 7.62mm、センサー表面より 2.5mm の位置にあります。寸法の詳細については「外寸」の章を参照ください。

測定対象の大きさ

センサーの光学系の開口数(NA)は 0.22 で、立体角に換算すると 25.4° に相当します。その範囲内で均一な光を入射するようにしてください。この範囲内で入射光にムラがあると測定結果に誤差を生じます。

センサー表面から測定対象までの距離を L 、測定対象の直径 d とおくと、次式の関係を満たす必要があります。

$$d \geq 2(L + 2.5) \tan \frac{25.4^{\circ}}{2}$$



一般に、離れた光源を測定する場合などでは、この条件を満たすことは困難です。そのような場合において正確な測定を行うには、拡散板を使用して入射光を整形してください。本機の測定波長領域 340~780nm に対してフラットな特性を得るために、熔融石英ガラス製の拡散板をお勧めします。

拡散板の製品例

製品番号	製造・取扱い
DGUV10-220	Thorlabs
DFSQ1-30C02-240	シグマ光機
#49-157	エドモンド・オプティクス

拡散板（可視光域のみ）の製品例

製品番号	製造・取扱い
#34-473	エドモンド・オプティクス

減光

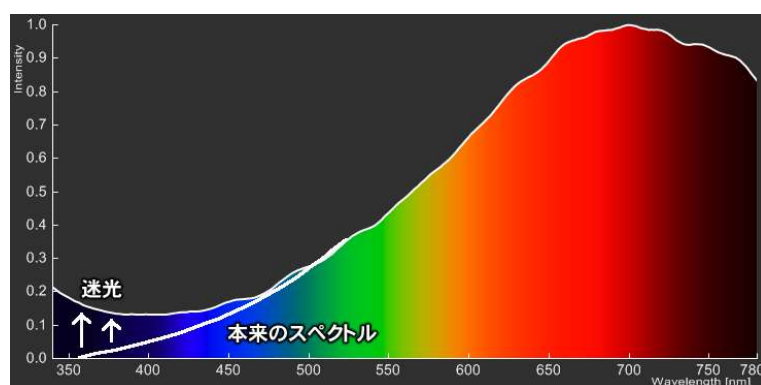
入射光が強く、露光時間を最短にしても飽和する場合は、ND フィルタを用いて減光してください。拡散板同様、こちらも熔融石英ガラス製で、測定波長領域に対してなるべくフラットな特性の ND フィルタをお選びください。

ND フィルタの製品例

製品番号	透過率	製造・取扱い
NDUV10B	10%	Thorlabs
NDUV20B	1%	Thorlabs
NDUV30B	0.1%	Thorlabs
#88-272	10%	エドモンド・オプティクス
#88-275	1%	エドモンド・オプティクス

迷光対策

反射型回折格子式分光器の性質上、強い光を入射した場合、特に、測定波長領域外に強い赤外線を含む場合、回折格子上で乱反射した光線の影響で、短波長側（概ね 450nm 以下）に迷光が現れます。



強い赤外線を含む白熱電球を測定した例

これを完全に防ぐことはできませんが、測定波長領域外をカットするフィルタを使用すると、軽減することができます。

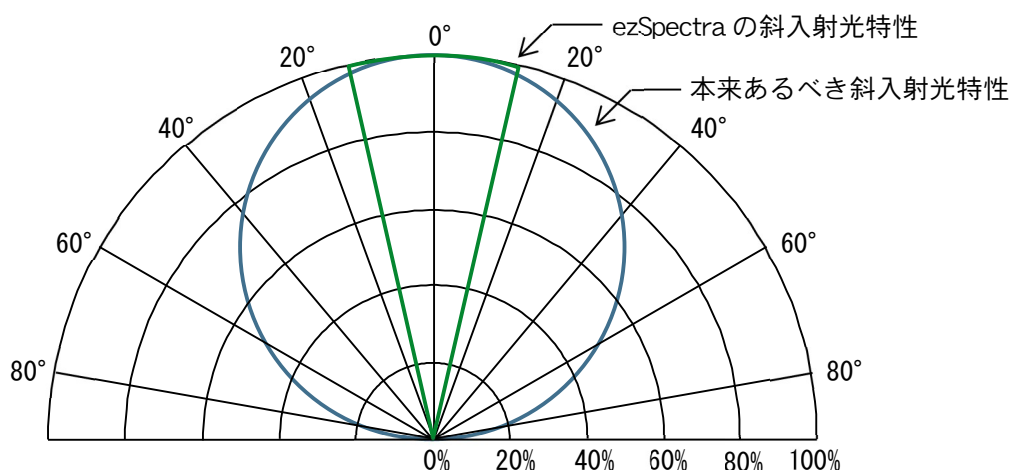
赤外域をカットするフィルタの例

製品番号	製造・取扱い
HA50	HOYA CANDEO OPTRONICS
HAF-50S-15H	シグマ光機

斜入射光特性

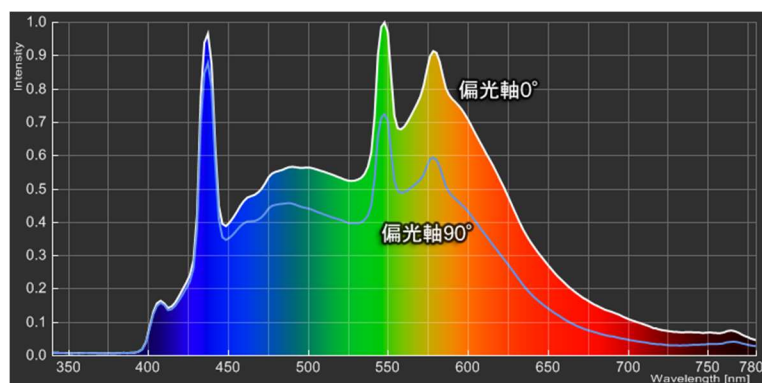
照度や光合成有効光量子束密度を測定する場合、本来は、入射光の角度のコサインに比例した斜入射光特性であるべきですが、ezSpectra では立体角 25.4° において均一な感度となります。

ezSpectra では、無限の面積を持つ均一な光度の平面光源を正面で測定した場合に、正しい斜入射光特性を持つ測定器と同じ測定値となるように、出荷時の校正を行っています。正確な斜入射光特性が必要な場合は、コサインコレクタや拡散板等の光学系を取り付けてください。



偏光

回折格子式分光器の性質として、入射光の偏光の影響を受けます。液晶ディスプレイの発光スペクトルを測定する場合や、結晶の透過スペクトルを測定する場合は特にご注意ください。拡散性の強い拡散板を使用することで、偏光の影響を低減することができます。



消偏光用拡散板の製品例

製品番号	種別	製造・取扱い
#34-473	ホワイト拡散ガラス	エドモンド・オプティクス
DGUV10-220	熔融石英摺りガラス拡散板	Thorlabs
DFSQ1-30C02-240	熔融石英摺りガラス拡散板	シグマ光機
#49-157	熔融石英摺りガラス拡散板	エドモンド・オプティクス

ケースのデザイン

電磁シールド

本機は、非常に繊細な信号を扱う電子機器のため、外部からの電磁ノイズの影響を少なからず受けます。既製品のケースを加工して使用する場合、タカチ電機工業製の SX 型電磁シールドケース SX-125A をお勧めします。合成樹脂でケースを制作する場合は、可能な限り、内側に電磁シールドを施し、基板上のフレームグランド(FG)をシールドに接続してください。

構成例

SX-125A をベースに、Thorlabs 社製の 25.4mm フィルタと SM1 レンズチューブを組み合わせた例です。レンズチューブにフィルタをマウントすることで、簡単にフィルタを連装、交換することができます。（なお、Thorlabs 社は個人的利用を目的とした販売に制限があります。詳しくはソーラボジャパン株式会社へお問い合わせください）

ソーラボジャパン株式会社 <http://www.thorlabs.jp/>



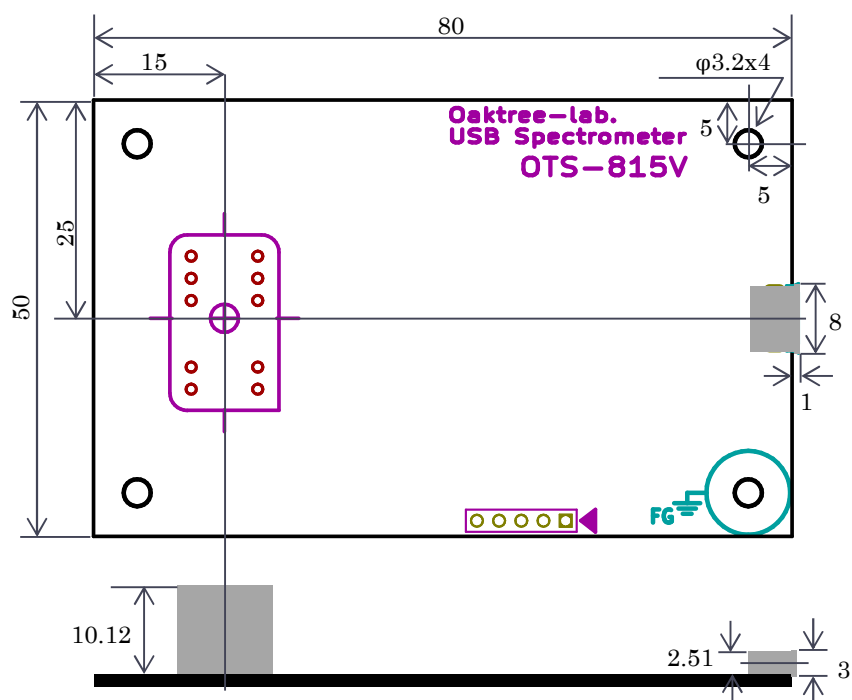
主要構成部品

部品	製品番号	製造メーカー
ケース	SX-125A	タカチ電機工業
金属スペーサー	ASB-311E	廣杉計器
摺りガラス拡散板	DGUV10-220	Thorlabs
レンズチューブ	SM1L03	Thorlabs
アダプタ	SM1A53	Thorlabs

このケースを加工用するための図面は、以下の URL からダウンロードできます。

<http://oaktree-lab.com/downloads/>

外寸	
----	--



補足

BOOT スイッチ

OTS-815V rev.1 以降には、USB コネクタの横に小さなプッシュスイッチがあります。これは、ファームウェアに何らかのトラブルが発生して通常の方法で起動できなくなった場合に、強制的にファームウェア更新モードで立ち上げるためのスイッチです。スイッチを押しながら USB を差し込み、それからアプリを起動することで発動します。通常は使用しません。

アプリの起動オプション

いくつかの細かい設定は、アプリを起動する際のコマンドラインオプションとして指定することができます。

`/lang` オペレーティングシステムの設定を無視して、言語を指定して起動します。現時点では、以下の二つの設定が有効です。

`/lang=en` 英語モード

`/lang=ja` 日本語モード

`/fixeddpi` ディスプレイの解像度を無視します。バージョン 1.6.0 以前と同じ表示になります。

アプリの機能について

アプリの機能に関するご要望を歓迎いたします。下記メールアドレスまでお気軽にお寄せください。

support@oaktree-lab.com