

# アプリケーション例

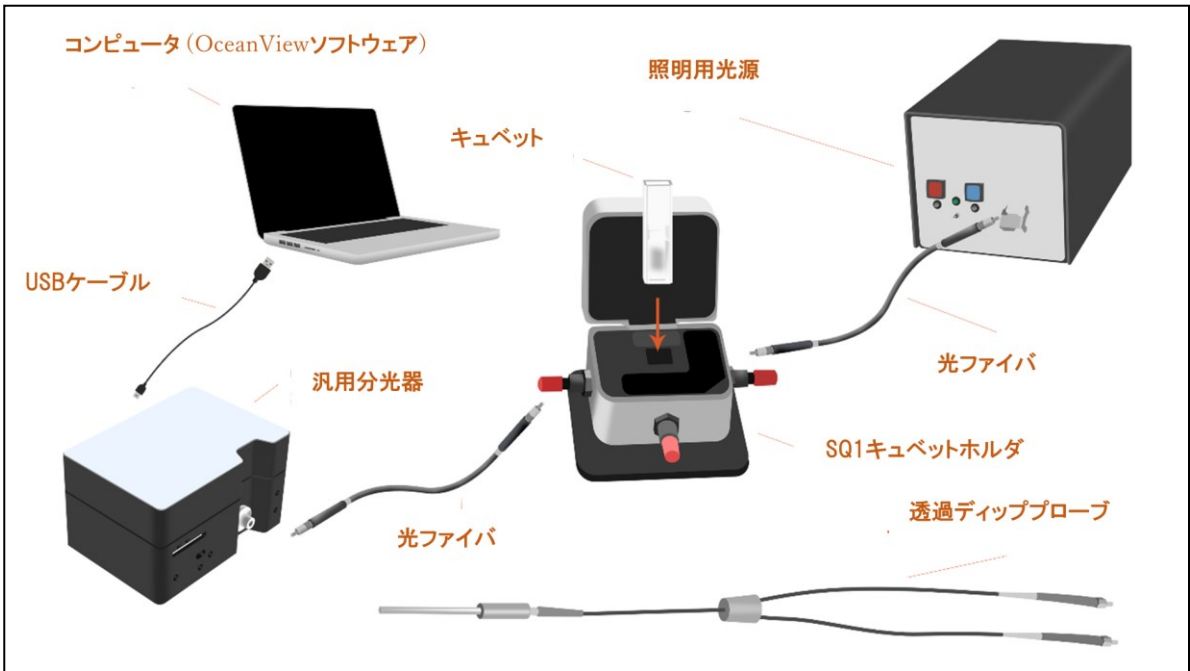
## アプリケーション概要

溶液、光学フィルタ、ガスの分光透過測定から、レーザー、LED、プラズマの発光体分光特性評価など、小型マルチチャンネル分光器のアプリケーションは無限に存在します。オーシャン옵ティクス社ではホルダや固定治具、光源、ステージ、そしてソフトウェアに至るまで、様々なオプション製品をご用意しておりますので、数千ものラインナップからユーザのご用途/測定に合った製品をご選択いただけます。

## 溶液の吸光度・透過率測定

吸光度測定は、光を透過する媒体中で光を吸収するガスや溶液の濃度(このページでは後者を解説します)を定量化するために用いられます。吸光度単位での信号は、モル吸収率、光路長、およびサンプルの濃度に比例しています(ベールの法則)。

一般的な研究室で用いられる優れた吸光度測定用分光器として、様々な波長範囲をカバーした標準モデルを取り揃えているOcean SRシリーズ分光器をお勧めします。Ocean SRは、 $\mu$ 秒オーダーの短露光時間の設定が可能で、1nm未満の光学分解能(仕様に依存)での測定が可能です。



### キューベット・試料ホルダを用いた吸光度・透過率測定セットアップ例

|         |                                                                                           |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 分光器:    | Ocean SR, Ocean FX, Ocean HDX, QEPRO, NIRQuest+, FLAME-NIR+ など                            |
| 照明用光源:  | DH-2000-BAL, HL-2000-LL など                                                                |
| 光ファイバ:  | QP600-1-XSR など (2本使用)                                                                     |
| キューベット: | CVDシリーズ使い捨てキューベット, CVシリーズ石英キューベット など                                                      |
| 試料ホルダ:  | 液体サンプル: CUV-UV・SQ1-ALL キューベットホルダ、各種フローセル など<br>フィルタやフィルムなどの固体サンプル: FHS-UV, STAGE-RTL-T など |
| ソフトウェア: | OceanView メーカー標準オペレーティングソフトウェア                                                            |

### ディッププローブを用いた吸光度・透過率測定セットアップ例

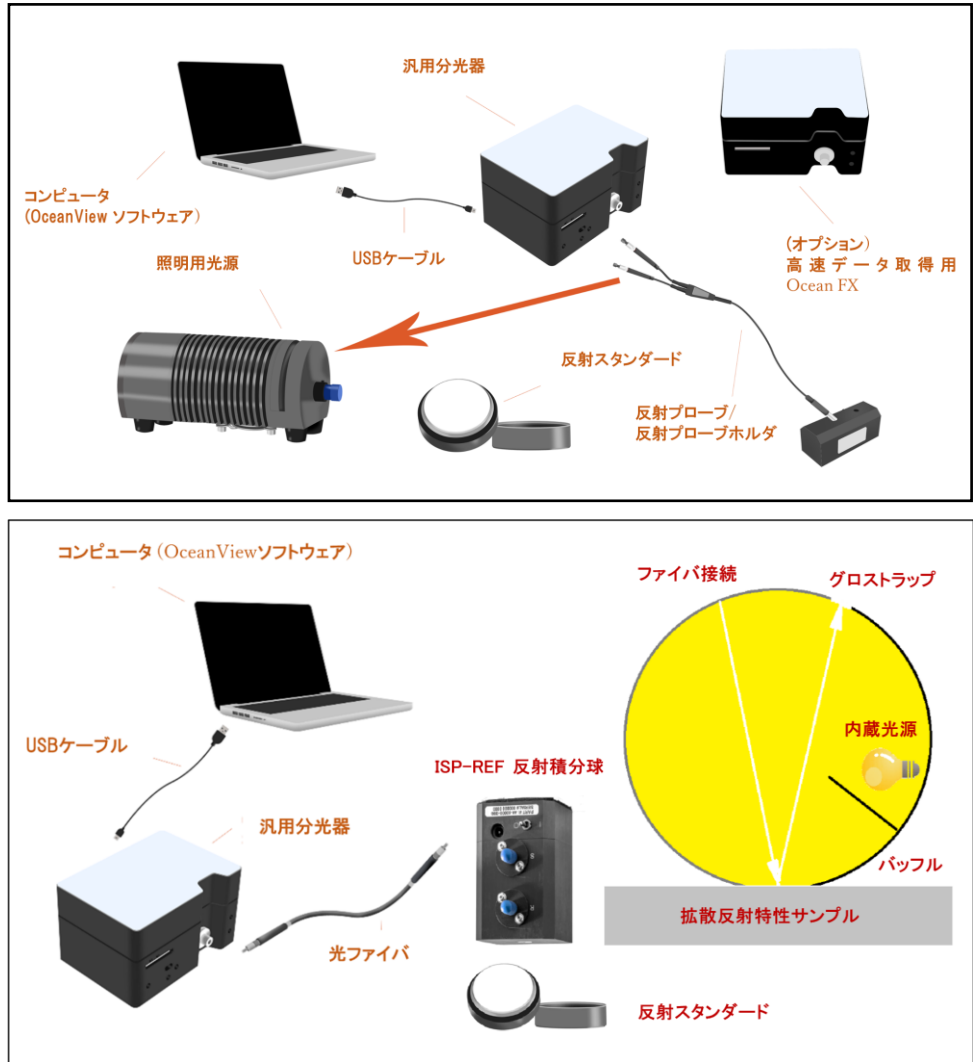
|           |                                                                |
|-----------|----------------------------------------------------------------|
| 分光器:      | Ocean SR, Ocean FX, Ocean HDX, QEPRO, NIRQuest+, FLAME-NIR+ など |
| 照明用光源:    | DH-2000-BAL, HL-2000-LL など                                     |
| ディッププローブ: | T300-RT-UV-VIS ディッププローブ など                                     |
| ソフトウェア:   | OceanView メーカー標準オペレーティングソフトウェア                                 |

# 反射率測定

拡散反射測定セットアップは、サンプルの化学薬品の含有あるいは色に関する情報を測定するためにご使用いただけます。

Ocean SRシリーズ分光器の紫外-可視モデル(SR-2UVV240)は、ほとんどの紫外-可視の反射率測定にご使用いただけます。この分光器では、紫外領域で効率的なグレーティング、2次光、3次光の影響をなくすためのオーダーソーティングフィルタ、および1.33nm(FWHM)の光学分解能(25  $\mu$ mスリット装着時)を備えています。

R400-7-UV-VIS反射プローブは、表面からの拡散反射または正反射、または半透明な材料や液体からの後方散乱を測定します。RPH-1プローブホルダは、R400-7を拡散反射用の45° または正反射用の90° のどちらにも配置できます。



| 反射プローブを用いた反射測定セットアップ例       |                                                                             |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 分光器:                        | Ocean SR、Ocean FX、Ocean HDX、QEPRO、NIRQuest+、FLAME-NIR+ など                   |
| 照明用光源:                      | DH-2000-BAL、HL-2000-LL など                                                   |
| 反射プローブ:                     | QR400-7-SR など                                                               |
| プローブホルダ:                    | RPH-1、STAGE など                                                              |
| 反射スタンダード:                   | 拡散反射スタンダード: WS-1 など<br>鏡面反射スタンダード: STAN-SSL 低反射スタンダード、STAN-SSH 高反射スタンダード など |
| ソフトウェア:                     | OceanView メーカー標準オペレーティングソフトウェア                                              |
| 積分球を用いた拡散反射サンプルの反射測定セットアップ例 |                                                                             |
| 分光器:                        | Ocean SR、Ocean FX、Ocean HDX、QEPRO、NIRQuest+、FLAME-NIR+ など                   |
| 照明用光源付き積分球:                 | ISP-REF                                                                     |
| 光ファイバ:                      | QP600-2-VIS-NIR など                                                          |
| 反射スタンダード:                   | WS-1 など                                                                     |
| ソフトウェア:                     | OceanView メーカー標準オペレーティングソフトウェア                                              |

# 蛍光測定

蛍光測定は、感度の高いディテクタおよび強力な励起光源波長とサンプルからの弱いスペクトル放射を識別するための効果的なフィルタを必要とします。

**分光器:** オーシャン옵ティクスは、豊富な分光器モデルをご用意していますが、ほとんどの一般的な蛍光アプリケーションに200  $\mu$ mスリットを選択したOcean SR分光器が役立ちます。あるいは、特に蛍光強度が微弱な時は、電子冷却付き高感度仕様のQEPRO-FLを推奨しています。

**サンプリング옵ティクス:** 標準的な励起光源の選択肢として、LSMシリーズLED光源がごさいます。LSMシリーズは様々な波長のLED光源モジュールをご用意しておりますので、サンプルにあった励起波長をお選びいただけます。また、LDC-1コントローラはすべてのLSMシリーズLED光源モジュールに対応し、出力方法、強度調整などをコントロールできます。その他にも表面からおよび溶液や粉末内のフルオロフォアのピコモルレベルの濃度を検出するために様々なサンプリング옵ティクスがご利用いただけます。



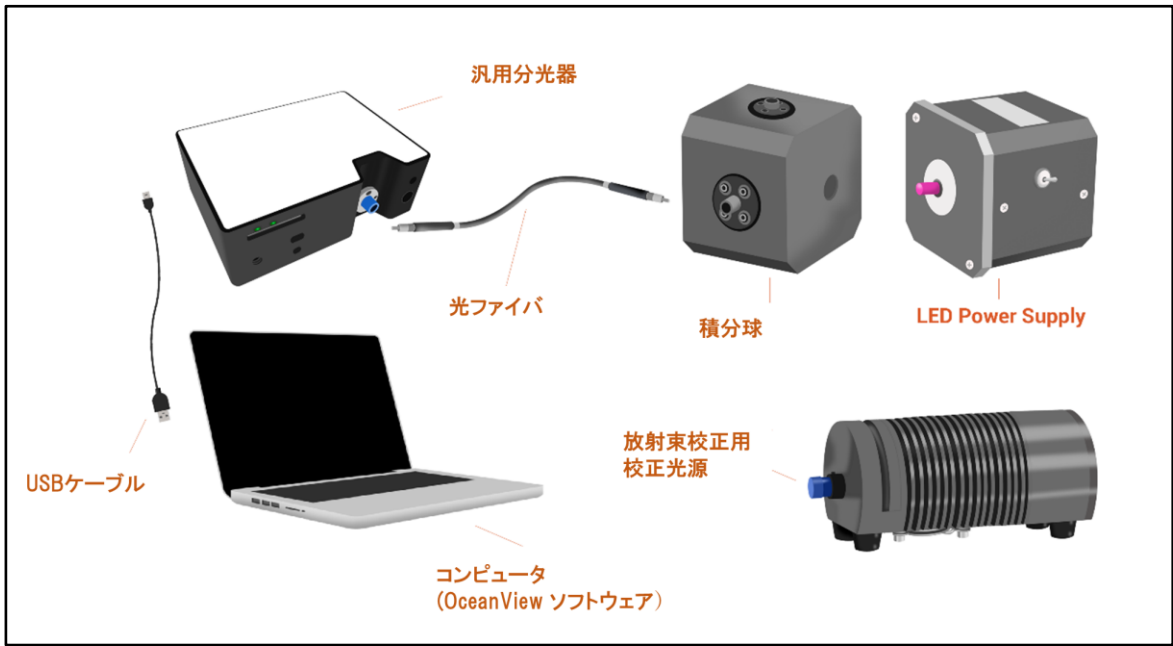
| キューベットを用いた液体サンプルの蛍光測定セットアップ例 |                                                       |
|------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 分光器:                         | Ocean SR、QEPRO、Ocean HDX、Ocean FX など                  |
| 励起光源:                        | LSMシリーズLED光源モジュール、レーザー など                             |
| 光ファイバ:                       | QP600-1-XSR など (2本使用)                                 |
| 試料ホルダ:                       | CUV-UV、SQ1-ALL キュベットホルダ、各種フローセル など                    |
| キューベット:                      | 使い捨てプラスチックキューベット、石英キューベット など                          |
| 感度校正用光源:                     | 相対放射照度校正光源: HL-2000-LL など<br>絶対放射照度校正光源: HL-3P-CAL など |
| ソフトウェア:                      | OceanView メーカー標準オペレーティングソフトウェア                        |
| 固体サンプルの蛍光測定セットアップ例           |                                                       |
| 分光器:                         | Ocean SR、QEPRO、Ocean HDX、Ocean FX など                  |
| 励起光源:                        | LSMシリーズLED光源モジュール、レーザー など                             |
| 後方散乱プローブ:                    | QR400-7-SR など                                         |
| プローブホルダ:                     | RPH-1、STAGE など                                        |
| 感度校正用光源:                     | 相対放射照度校正光源: HL-2000-LL など<br>絶対放射照度校正光源: HL-3P-CAL など |
| ソフトウェア:                      | OceanView メーカー標準オペレーティングソフトウェア                        |

## LEDの分光放射束測定

最適なサンプリングアクセサリに接続するとき、オーシャンインサイトのUSB分光器は、LEDの色、相対的なパワー、および絶対スペクトル強度を測定するための非常に精密な分光放射計です。

**分光器:** LED測定用に最適なOcean HDXシリーズの可視モデルは、350–925nmの波長範囲をカバーし、低迷光、高S/Nで、光学分解能0.70nm(FWHM)のパフォーマンスを備えています。この光学ベンチ構成は、システム感度を最大にし、一般的な分光放射束測定に用いられる積分球が持つ光強度の問題を軽減します(同様にCC-3-UVコサインコレクタとファイバでLED信号を収集する事も可能です: 分光放射照度測定)。

**サンプリングアクセサリ:** LEDは、LEDのための白い土台とLED出力を特徴づける制御された駆動電流を提供するNISTトレーサブルのLED-PS-NIST電源に取り付けられます。FOIS-1積分球は、LED-PS-NISTの上に被せてLEDからの発光を収集します。FOIS-1積分球に取り付けられた光ファイバはLEDからの光エネルギーを分光器に送ります。測定システムの分光放射束での感度はHL-3P-INT-CAL校正光源によって校正され、LEDのパワーや色を測定することができます。



| LEDの放射束測定セットアップ例            |                                                                    |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 分光器:                        | Ocean SR、QEPRO、Ocean HDX、Ocean FX など                               |
| 放射束校正用光源:                   | HL-3P-INT-CAL など                                                   |
| 光ファイバ:                      | QP600-1-XSR など                                                     |
| 積分球:                        | FOIS-1 など                                                          |
| LED点灯用電源:                   | LED-PS-NIST など                                                     |
| ソフトウェア:                     | OceanView メーカー標準オペレーティングソフトウェア                                     |
| 太陽光・プラズマなど発光体の放射照度測定セットアップ例 |                                                                    |
| 分光器:                        | Ocean HR、Ocean SR、Ocean FX、Ocean HDX、QEPRO、NIRQuest+、FLAME-NIR+ など |
| 放射照度校正用光源:                  | DH-3P-CAL、HL-3P-CAL など                                             |
| 光ファイバ:                      | QP600-1-XSR など                                                     |
| コサインコレクタ:                   | CC-3-UV-S など                                                       |
| ソフトウェア:                     | OceanView メーカー標準オペレーティングソフトウェア                                     |

## ラマン分光測定

ラマン分光は、ポリマーなど様々な材料の試験や特性評価において利点があり、分子構造を調査するために役立ちます。通常の赤外分光のようにラマンは素早く非破壊で分析でき、測定波長が光学的に透過するプラスチックや他の材料に含まれるサンプルからのデータを取り込みます。オーシャン옵ティクスは高感度CCDアレイ搭載の分光器をベースに、励起波長の異なるレーザーや豊富なラマンプローブなど、様々なオプションとの組み合わせによって、それぞれ最適なモジュール式ラマン分光セットアップを構築することができます。

**分光器:** ハイエンド電子冷却付きQEPRO-RAMAN-PLUS分光器や、高感度・高S/Nディテクタを搭載したOcean HDX-Raman7分光器は、ラマン分光用に構成された分光器モデルです。特にQEPRO-RAMAN-PLUSは、励起波長(532nm、638nm、785nm)に合わせた3タイプをご用意し、ラマンシフトや分解能に合わせてスリットを交換することができます。

**サンプリング옵ティクス:** オーシャン옵ティクスは励起用レーザー(532nm、638nm、785nm)だけでなく、それぞれの励起波長に適し、焦点距離が異なるラマン用プローブや試料ホルダ、安全に測定を行っていただくための安全ゴーグルまでもご用意しております。

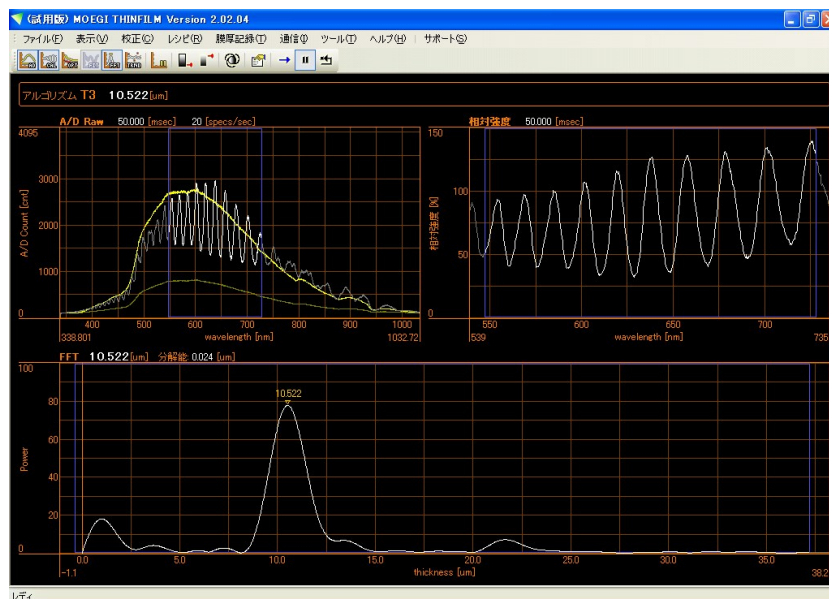
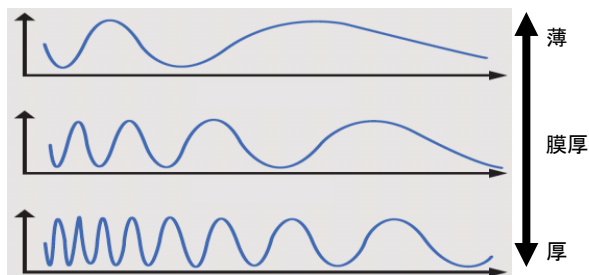
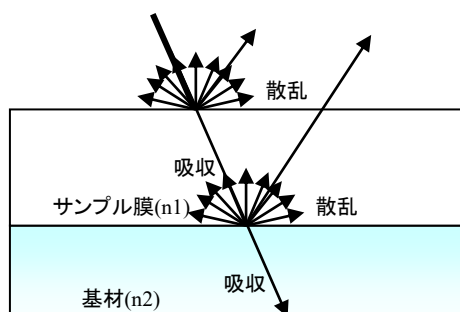


| ラマン分光測定セットアップ例 |                                      |
|----------------|--------------------------------------|
| 分光器:           | QEPRO-RAMAN-PLUS、Ocean HDX-RAMAN7 など |
| 励起レーザー:        | LASER-785-LAB-ADJ-FC など              |
| ラマンプローブ:       | RIP-RPB-785-FC-SMA など                |
| ラマンサンプルホルダ:    | RM-LQ-SHS など                         |
| 保護用安全ゴーグル:     | LASER-GL-ML1 など                      |
| ソフトウェア:        | OceanView メーカー標準オペレーティングソフトウェア       |

## 光学薄膜の膜厚測定

オーシャン옵ティクス分光器を使用したアプリケーションのひとつに、分光干渉法による薄膜の膜厚測定がございます。オプトシリウスでは汎用膜厚測定パッケージに加え、従来の膜厚測定計測機器では出来なかったリアルタイムインライン膜厚モニタを可能にする、お客様独自の仕様を満たしたカスタムシステム開発の業務も行なっております。この専用膜厚測定システムは、次の様なご検討されている方に特に有効です。

- 光学フィルタやシリコン基盤等の製膜/研磨装置にインラインで組み込みたい
- 製膜過程をリアルタイムでモニタし、PLC等でプロセスコントロールをしたい
- 非接触で、サンプルに傷等をつけたくない
- チャンバ内のサンプルをルッキンググラス越しで測定したい
- 新たに独自の膜厚測定器を作りたい(OEM供給も含む)



オプトシリウスでは従来、抜き取りでの検査・測定を行なわなければいけなかった薄膜の膜厚測定も、オーシャン옵ティクス分光器、反射プローブ、および国内で独自に開発した膜厚測定専用のソフトウェア等を組み合わせる事によって、リアルタイムモニタを可能にしました。さらに、測定方法は光学式を用いるため、非接触でサンプルを傷める事ありません。膜種は、酸化膜や窒化膜など半導体ウエハ上の膜や、LB膜、コーティング膜、フィルムなど透過性\*のサンプルであれば測定可能です。また、シーケンサとの通信や関連機器の制御なども含めた、お客様独自のカスタマイズシステムの受託開発も承りまっております。

光学式測定のサンプルの条件は光を透過する事ですが、必ずしも可視光を透過しなくてもオーシャンインサイト社製分光器の幅広い測定波長レンジによって紫外や近赤外領域での測定が可能です。例えばシリコンは可視範囲では透過しませんが、近赤外(900nmよりも長波長)で光を透過するので測定可能です。

膜厚測定セットアップでは、サンプル次第で最高3層までの膜厚を同時に測定する事ができます。また、屈折率が未知のサンプルについても環境によっては測定できる可能性があります。ただしサンプルに依存しますので、ご検討の際は弊社デモ機にて事前にご評価いただく事を推奨しています。

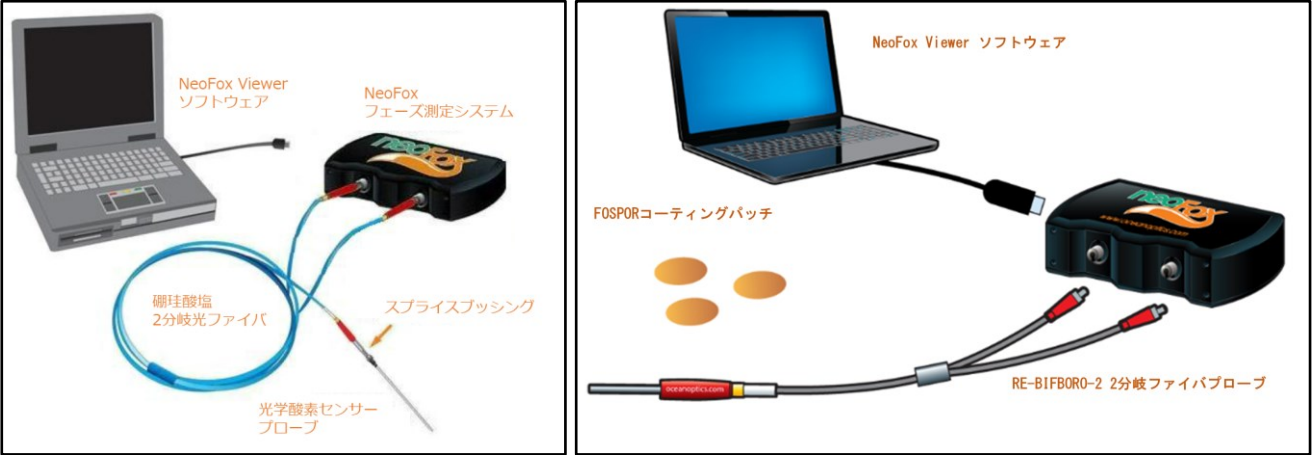


# 酸素濃度測定

酸素は、光ファイバの先端に結合したフルオロフォアの蛍光寿命におけるシフト量を測定する事によって検知されます。センサーは、ガス、液体、および粘着性のサンプルですら、サンプル中の酸素分圧に反応します。

**測定器:** オーシャン옵ティクスは同社のファイバ光学酸素センサーとカスタムプローブとともに使用して酸素測定を行うための新しいフェーズ測定システムNeoFox-GTを開発しました。NeoFox-GTは、蛍光寿命のフェーズを測定するための柔軟性のあるプラットフォームです。この周波数領域ルミネセンスモニタは、簡単な実験用のセットアップと制御のためにフィルタベースの波長選択を備えたアバランシェフォトダイオード検出を用いています。NeoFox-GTは、ドリフトに対する感度が重要で、そしてサンプルセットアップが長期間安定していなければならない酸素センシングアプリケーションに特に役立ちます。フェーズシフト技術を利用するので、ファイバの曲げや迷光に変化せず、光学的な強度の広いダイナミックレンジを持ち、ドリフトとフェーズノイズが低いだけでなく、低い光学および電子的クロストークを持っています。

**サンプリング옵ティクス:** NeoFox-GTは、LED励起光源が組み込まれており、この励起光を効率よく照射し、蛍光検出を行うためのBIFBORO-1000-2 硼珪酸塩2分岐光ファイバアセンブリを用います。2分岐アセンブリは、21-02 SMAスプライスブッシングを介して酸素センサープローブに接続します。プローブ先端の励起された製剤が酸素分子に遭遇すると、蛍光信号は減少します。蛍光はプローブによって収集され、再度2分岐アセンブリを経由して測定器に送られます。NeoFox Viewerソフトウェアは、この信号から酸素分圧を計算します。



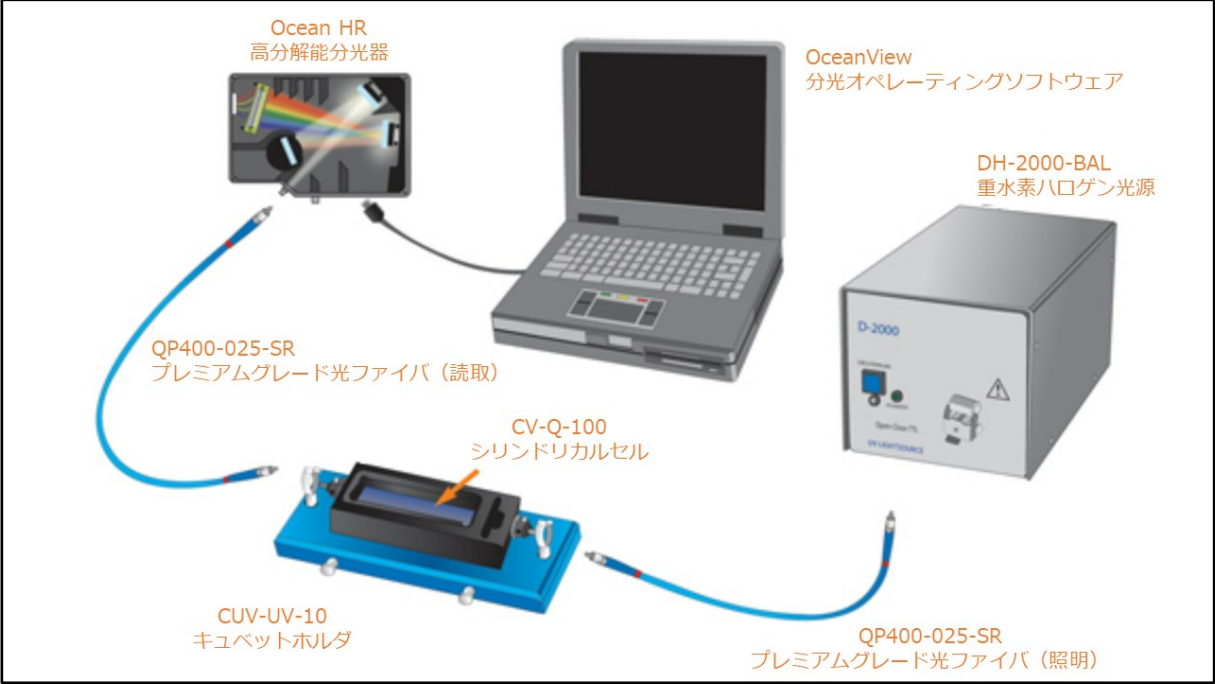
| NEOFOX-KIT-PROBE プローブ方式酸素センサーキット構成 |                                            |
|------------------------------------|--------------------------------------------|
| フェーズ測定器:                           | NeoFox-GT ペンチトップフェーズ蛍光計                    |
| 酸素プローブ:                            | FOSPOR-R 汎用1.587mm径ステンレス酸素プローブ             |
| 2分岐光ファイバ:                          | BIFBORO-1000-2 2分岐ファイバアセンブリ (21-02継ぎ手付)    |
| サーミスタプローブ:                         | NeoFox-TP 温度補正用サーミスタプローブ                   |
| ソフトウェア:                            | NeoFox Viewer 酸素センシング用ソフトウェア               |
| NEOFOX-KIT-PATCH パッチ方式酸素センサーキット構成  |                                            |
| フェーズ測定器:                           | NeoFox-GT ペンチトップフェーズ蛍光計                    |
| パッチ:                               | RE-FOS-8-KIT 粘着式FOSPORセンサーパッチ、8mm径パッチ5枚セット |
| ファイバプローブ:                          | RE-BIFBORO-2 2分岐ファイバプローブ                   |
| サーミスタプローブ:                         | NeoFox-TP 温度補正用サーミスタプローブ                   |
| ソフトウェア:                            | NeoFox Viewer 酸素センシング用ソフトウェア               |

## ガスの吸光度測定

吸光度測定は、光を透過する媒体中で光を吸収する溶液やガスの濃度(このページではガスについて解説します)を定量化するために用いられます。吸光度単位での信号は、モル吸収率、光路長、およびサンプルの濃度に比例しています(ベールの法則)。

**分光器:**ガスの吸光度測定には、通常分光器には高分解能が要求されます。Ocean HRは高分解能(0.6nm FWHM ~)モデルとして、このような高分解能を要求されるアプリケーションに最適な分光器です。様々な波長範囲の仕様を用意しておりますので、ご要望にあったモデルが見つかるはずです。

**サンプリングオプティクス:**光路長10cmのCUV-UV-10キューベットホルダ、CV-Q-100シリンドリカルセル、および2本のQP400-025-SRプレミアムグレード耐ソラリゼーション光ファイバ(1本は照明用、もう1本は信号読取用)は、システムのサンプリングオプティクスを構成します。より短い光路長もしくは屋外のモニタリングを必要とするアプリケーションには、光ファイバ-コリメーティングレンズの構成をご利用下さい。



### ガスの吸光度測定セットアップ例

|         |                                |
|---------|--------------------------------|
| 分光器:    | Ocean HR, QEPRO など             |
| 照明用光源:  | DH-2000-BAL など                 |
| セルホルダ:  | CUV-UV-10 光路長10cmセルホルダ など      |
| セル:     | CV-Q-100 10cmシリンドリカルセル など      |
| 光ファイバ:  | QP400-2-SR など (2本使用)           |
| ソフトウェア: | OceanView メーカー標準オペレーティングソフトウェア |

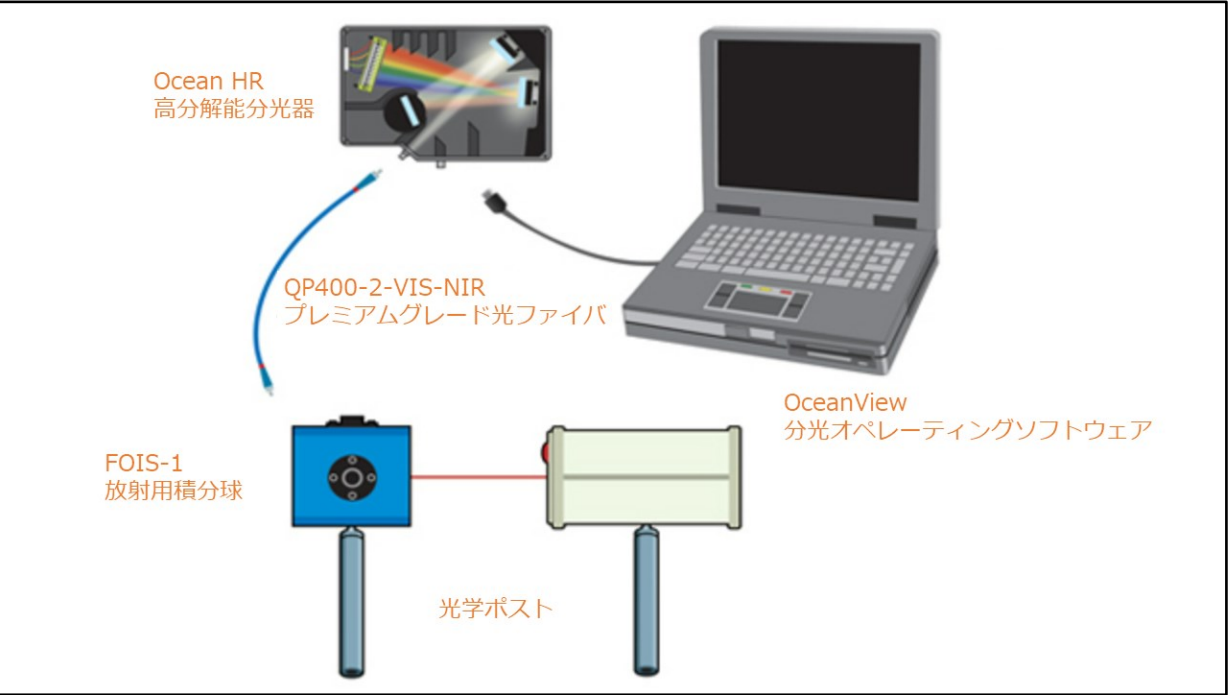


# レーザーの波長モニタ

オーシャン옵ティクス(Ocean)のOcean HR高分解能分光器はCWおよびパルスのレーザーのスペクトル特性や強度の測定に理想的です。ハイパワーレーザーでは、積分球またはコサインコレクタがCCDアレイの飽和を避けるために光を減衰させます。

**測定器:** Ocean HR分光器は、細密なスペクトル特徴を分解するための高い分解能を生むように設計された“HR”光学ベンチを用いています。レーザーの特性評価には、HR-2N1000-5のような狭帯域(750-1150nm)で5 μ m入射スリットを搭載したモデルを推奨しています。この構成では~0.4nmの分解能(FWHM)を提供します。

**サンプリング옵ティクス:** 特にハイパワーレーザーなどは、そのままファイバ経由で分光器に取り込むと、分光器は飽和してしまいピーク検出ができなくなります。ファイバの先端にCG-3コサインコレクタを取り付けたり、FOIS-1などの積分球を介して分光器に導くことで、波長特性を維持しつつ、適切な測定が可能になります。



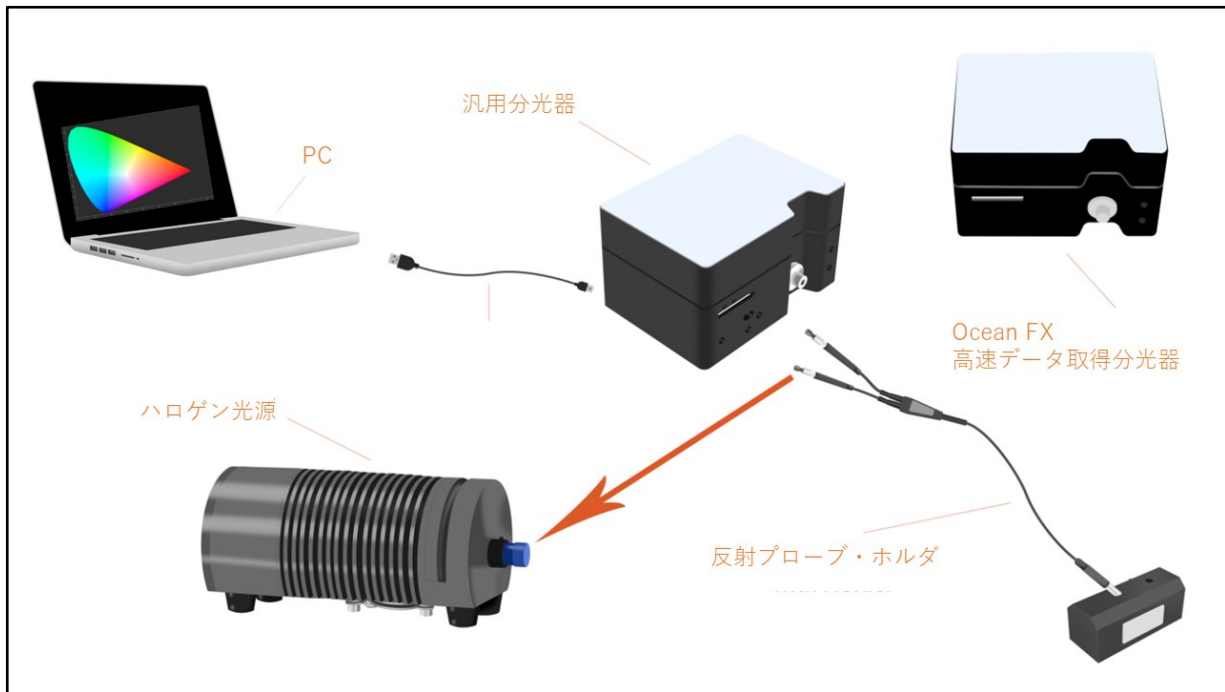
| レーザー波長測定セットアップ例 |                              |
|-----------------|------------------------------|
| 分光器:            | Ocean HR, Ocean FX, QEPRO など |
| 積分球:            | FOIS-1 など                    |
| 光ファイバ:          | P400-2-VIS-NIR など            |
| 光学ポスト:          | OPM-3 など                     |
| ソフトウェア:         | NeoFox Viewer 酸素センシング用ソフトウェア |

## 物体色測定

色測定はサンプルの反射スペクトル測定と、それをスタンダード発行物に当てはめる事を伴います。サンプルが反射する光エネルギー量は処理され、三刺激値X、Y、およびZに減らされます。これら値は、人間の目における色の視覚器官の3タイプの生理的レスポンスに相当します。X、Y、およびZの値は、L\*、a\*、およびb\*のような均一の色空間値に組み合わせられます。

**分光器:** 可視域をカバーしたOcean SR、Ocean HDXなどがお勧めです。また、高速測定が要求される場合には、高速モデルのOcean FXが最適です。

**サンプリングオプティクス:** 反射の色測定を行う場合、データはサンプリングのジオメトリに依存します。R400-7-VIS-NIR反射プローブは、同じ方向から照明と検出を提供します。プローブを45°で使用すると、それは拡散反射を測定します。プローブを90°で使用すると、それは正反射を測定します。プローブから表面までの距離は、サンプルサイズを決めます。代わりにアイテムは、正反射および拡散反射を測定するために平面からの180°の照明および検出を提供するISP-REF積分球です。



| 反射プローブを用いた物体色測定セットアップ例 |                                |
|------------------------|--------------------------------|
| 分光器:                   | Ocean SR、Ocean HDX、Ocean FX など |
| 照明用光源:                 | HL-2000-LL など                  |
| 拡散反射スタンダード:            | WS-1 など                        |
| 反射プローブ:                | R400-7-VIS-NIR など              |
| 反射プローブホルダ:             | RPH-1 など                       |
| ソフトウェア:                | OceanView メーカー標準オペレーティングソフトウェア |
| 積分球を用いた物体色測定セットアップ例    |                                |
| 分光器:                   | Ocean SR、Ocean HDX、Ocean FX など |
| 照明光源付き積分球:             | ISP-REF                        |
| 光ファイバ:                 | QP600-2-VIS-NIR など             |
| 拡散反射スタンダード:            | WS-1 など                        |
| ソフトウェア:                | OceanView メーカー標準オペレーティングソフトウェア |

ここでご紹介したアプリケーションセットアップはほんの一例で、これら以外にも分光分析には様々な可能性があります。分光分析でお困りの方、最適なセットアップの選定でお悩みの方はお気軽にご相談ください。