

**光量子計/水中分光放射計/
全天放射照度計
総合カタログ**

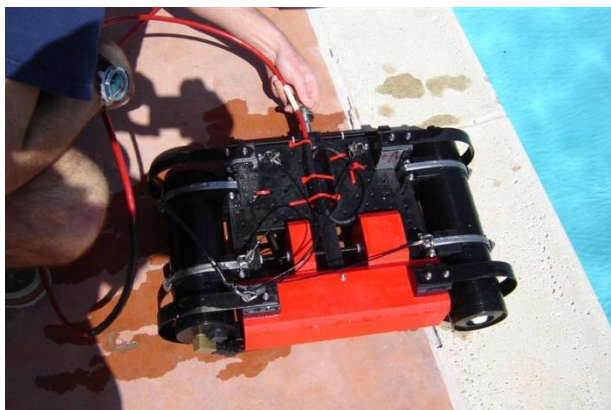
K-ENGINEERING

Vol.6

NASA と 10 年の歳月をかけて開発した 新フリーフォールシステム

次世代型水中分光放射計

C-OPS 型



特 徴

- 小型・軽量
- 近紫外から近赤外域まで波長選択可
- フロートの可変浮力機構
- 照度・輝度センサ各標準 19ch
- 高速サンプリング(15Hz 以上)
- 9.5 桁ダイナミックレンジ(実用域で)
- 1 チャンネルシリアルポート
- 温度・深度・傾斜センサ標準装備
- 確かな校正^{注1)}

河川流入域や解氷域など光学的に複雑な表層の水循環における AOP(Apparent Optical Properties)を正しく測定するには、特に表層域でゆっくりと降下させる必要があります。これまでの旧来型フリーフォールタイプの水中分光放射計のほとんどは、ロケット形状しているため、外洋での鉛直方向プロファイルには適していても沿岸には不向きでしたし、船影を避けようとしても限度がありました。今回新たに、衛星海色研究者である、NASA, Stanford B. Hooker 博士の下、10 年の歳月を費やした新たなデザイン、凧の形状としたフリーフォールシステムが次世代型水中分光放射計として完成しました。

投下様態は、フレームに浮き袋を格納することにより表層では 6cm/sec、その後浮き袋は水圧で徐々に圧縮され 35cm/sec の可変沈降速度のフリーフォールとなります。また、フレームにはピッチ角とロール角の角度調節機能を有しており、微調整をすることで旧来型に比べ、より傾きの少ない鉛直方向のプロファイル観測が行えます。標準のフレームには水中下向き照度(E_dZ)と水中上向き照度(E_uZ)の組み合わせ、もしくは水中下向き照度(E_dZ)と水中上向き輝度(L_uZ)が可能です。

電気回路は、より小型化、低ノイズ化の実現の為に従来ワイヤーハーネスなどにより配線していた回路を見直し、光学系の各チャンネルをワンボード化(マイクロラジオメータ)することで大幅な改善につながりました。

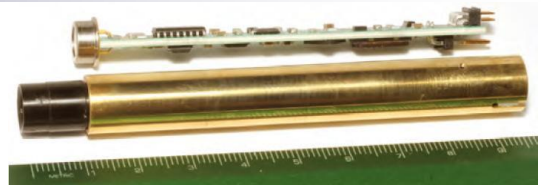
フリーフォールシステムの再構築やスキャン速度の高速化、本体の小型化、多波長化で表層域での有効データ数が格段に向上しました。同時に実行精度を上げるために全天放射照度計に回転遮蔽バンド、GPS、手動式伸縮マスト等さまざまなアクセサリを用意しています。AOP の測定器として、NASA を始め世界の研究機関で使用されています。

^{注1)}バイオスフェリカル社製の計器は全て NIST (米国国立標準技術研究所)に準拠しています。

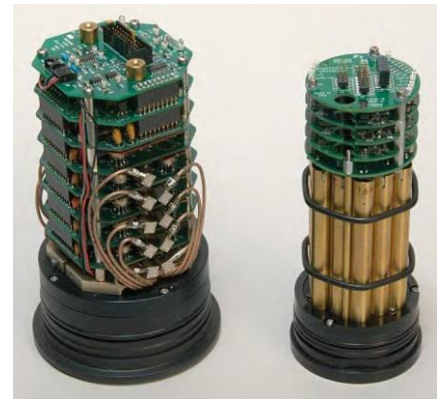


マイクロラジオメータ

新規に回路設計されたマイクロラジオメータは、光学系の各測定チャンネルをシャープペンシルほどの大きさにまで縮小し、さらに増幅回路やアナログ-デジタル変換器、シリアル通信器等を一つにまとめたものです。従来では各フォトダイオードからアナログケーブルを介してマルチプレクサ、アナログ-デジタル変換器の順に処理されていましたが、各チャンネルを個別にワンボード化したことによって、アナログ配線や各々のアナログ信号をまとめるマルチプレクサを省くことができ電氣的な損失を軽減することに成功し、各ポートを銅板でカバーすることによってノイズを大幅に低下させることにつながりました。測定波長は 305~875nm と紫外域から赤外域までの広範囲から選択することが可能です。



マイクロラジオメータ

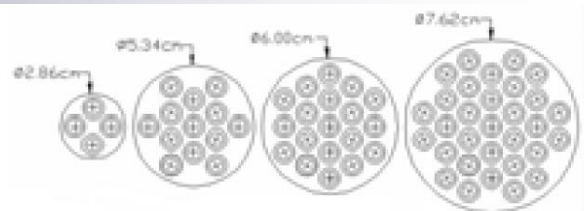


PRR-800(左)とC-OPS(右)の光学系ユニット

この新しい技術は次世代海色測定器、OSPRey へ引き継がれ、海色衛星に対する現場データによる代替校正やアルゴリズムの検証に利用されています。

クラスター

いくつかのマイクロラジオメータを集合体(クラスター)にすることでハウジングの直径が 10.5cm から 7cm になり、従来比 27% 減と小型化に成功し、自己器影(Self-shading)による水中下向輝度データの不確かさが軽減されました。現在、測定チャンネル数は照度・輝度とも各 19 チャンネル用の集合体が標準ですが、将来的には最大 37 チャンネルまで搭載できるよう計画されています。



クラスター



C-OPS(左)とPRR-810(右)ハウジング径の比較

投下方法

ロケット形状のフリーフォールは、沈降速度 50~100cm/sec 間を一定速度で降下していましたが、フロート内に浮き袋を格納する場所を設けることにより表層では >6cm/sec、その後浮き袋は水圧と共に徐々に圧縮され <35cm/sec の可変沈降速度のフリーフォールとなります。浮き袋の代わりに発泡体フロートを取り付ければ、>75cm/sec 間での一定速度のフリーフォールも可能です。

浮き袋

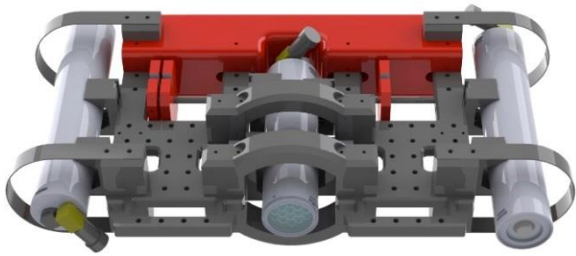


フロート機構

また、フレームのピッチ角とロール角を手動調節することで水中器の鉛直方向に対する傾きは 2.5~5.0°(代表値)となり、従来器の 3.0~7.0°(同)から大幅に改善しました。

錘の取り付け例

多様なオプション



標準フレームは2センサですが、オプションのフレームでは水中下向き照度 EdZ と水中上向き照度 EuZ、水中上向き輝度 LuZ の3センサを同時に組み込むことが可能です。現在も様々なオプションを開発しています。

ユーザーのニーズに応えるカスタマイズ

C-OPS 型は、ユーザーのニーズに応えるためのカスタマイズにも対応しています。過去には、海水中の光環境を調査するために”ICE-Pro”という名称で制作されました。



本体仕様

光学系		
チャンネル数	各 19ch(標準)	
選択可能波長域	305~875nm	
センサタイプ	フォトダイオード	
検出器	Si(13mm ²)	
スペクトル半値幅	10nm	
コサイン集光特性 (受光角特性)	コサイン曲線に対する不確かさ±3%(天頂角 0°-60° 間)、 ±5%(天頂角 60°-70° 間) ±10%(天頂角 70°-80° 間)	
最小測定値(代表値)		
測定波長	照度 ($\mu\text{W}/\text{cm}^2\cdot\text{nm}$)	輝度 ($\mu\text{W}/\text{cm}^2\cdot\text{nm}\cdot\text{sr}$)
320nm	9.0×10^{-5}	2.9×10^{-6}
395nm	6.9×10^{-5}	5.0×10^{-6}
490nm	2.3×10^{-5}	1.8×10^{-6}
683nm	1.1×10^{-5}	9.9×10^{-7}
780nm	8.0×10^{-6}	6.8×10^{-7}
水中輝度視野角	7°(ハーフアングル)	
電気系		
ダイナミックレンジ	9.5 桁(実用域で)	
応答速度	0.01 秒以下	
ゲイン切り替え速度	0.1 秒以下	
サンプリング速度	15Hz 以上	
インターフェース	RS-232C 又は USB	
通信速度	115,200 ボーレート	
ハウジング		
降下速度(代表値)	6~35cm/sec(浮き袋使用時)	
垂直安定性(代表値)	2.5~5.0°	
ハウジング径	7cm(径)×34cm(長)、EdZ, Ed0 7cm(径)×25cm(長)、LuZ	
ハウジング重量	1.7kg(空中、EdZ, Ed0) 1.6kg(空中、LuZ)	
フリーフォール寸法	48.7cm×36.0cm×8.9cm(WHD)	
フリーフォール重量	6.8kg(空中、EdZ と LuZ 含む)	
耐圧	125m	
付帯センサ	水温、深度、傾斜	

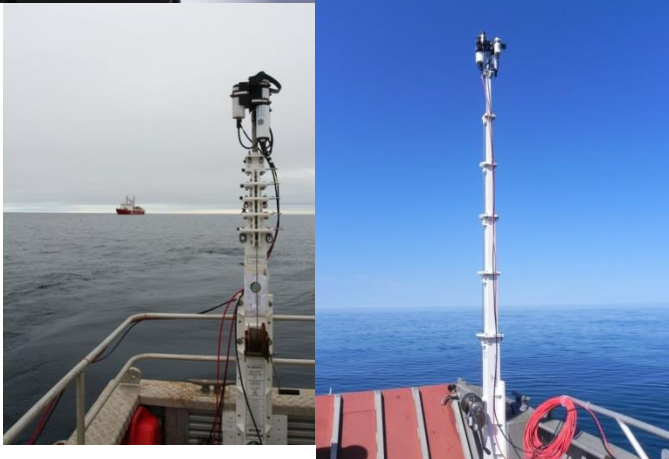


観測データの精度を高めるために!!
回転遮蔽バンド式全天放射照度計

BioSHADE+BioGPS+C-OPS Ed0 型



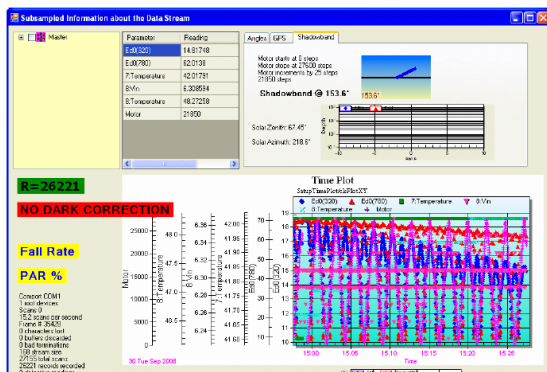
BioSHADE は、水中分光放射計 C-OPS 型の全天放射照度計 C-OPS Ed0 型のオプションとして手軽に取り付けられる回転遮蔽バンドです。内蔵のステッピングモータにより遮蔽バンドを 1 分間に 0~180° 回転させます。直達放射照度 (direct irradiance) を遮蔽したときを散乱放射照度 (diffuse irradiance) とし、遮蔽されていないときの測定、全天放射照度 (global irradiance) から散乱放射照度を減ずることで直達放射照度を算出します。また、ラングレーブプロット法によるエアロゾルの光学的厚さの算出も行えます。



BioMAST(格納時)

BioMAST(伸ばした状態)

遮蔽バンドは 51,200 もの細かい角度ステップで可動し、照度計は 15Hz 以上の高速サンプリングが可能で、算出される直達放射照度は高い信頼性があります。専用のソフトウェアからリアルタイムでバンド角情報の表示やオフセット調整も行えます。C-OPS と同時に測定することで、水中の AOP の測定をする上で考慮しなければならない自己器影の補正精度を高めるために考案されました。



今回新たに専用の GPS、BioGPS と組み合わせることで、協定世界時(UTC)及び経度、緯度を記録し、航跡に対する光環境のデータが同時に記録できます。BioSHADE と BioGPS、C-OPS Ed0 は一つのケーブルにまとめられ、専用のデッキユニットから最大 125m まで延長可能です。

特徴

- 一台の照度計で散乱放射照度と全天放射照度の測定
- 遮蔽バンドは 51,200 ステップで駆動
- 位置情報の記録

これらのシステムを容易に装着することができる手動式ポータブル伸縮マスト、BioMAST も用意されています。天候や海が荒れた状態になれば簡単にマストの格納、センサは直ぐに取り外しできます。マストは荷重 23kg、風速 27m まで耐える設計です。



より高品質のデータをめざして!! 地上に注ぐ放射エネルギーの測定

OSPREy

2004年のZi bordi博士らによるSeaPRISMは沿岸域におけるアルゴリズム作定に有効なプラットフォームとなり得ることが証明され、それを基にNASAのHooker博士らによって発展させた次世代海色測定器、OSPREy(Optical Sensor for Planetary Radiant Energy)に2008年から提供メーカーとして参加しています。このシステムは従来の水中器による測定に代えて空中から行うもので、低価格でかつ、水中で使用されている分光放射計よりも幅広いスペクトル域(305~1,640nm)を備え、海や太陽、空、月の高品質な測定が行えます。測定の不確かさが表記され、海色衛星に対する現場データによる代替校正やアルゴリズムの検証について有効な正確さを満たしています。



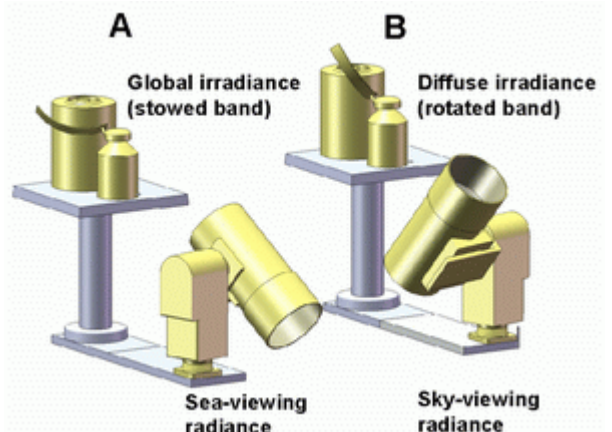
C-OPS型で開発されたマイクロラジオメータの構造を最大限活用し、紫外波長から可視波長、近赤外波長、中間赤外波長の帯域ではデータプロダクトの品質を高めたり、海面射出放射輝度等の衛星データプロダクトの大気補正の改善に期待されています。OSPREyは、海色衛星に対する唯一市販の現場データによる代替校正やアルゴリズム検証システムです。非常に精密なマイクロラジオメータに、測定の不確かさをさらに軽減させる為にバイオスフェリカル社のEPIC(Enhanced Performance Instrument Class、器内温度制御等)を組み合わせたシステムです。多岐センサを使い、機器自身の性能向上及び校正の正確さを高める改良がなされました。本システムは沖合プラットフォーム等への設置を目的としています。



システムの概念

OSPREyは、新しいマイクロラジオメータを基盤とした高性能なフォトダイオード式の光学機器に、市販されている回折格子方式の分光器、回転遮蔽バンド機構、オートメーション化を結合させたものです。このハイブリッドにより、紫外域から中間赤外波長までの幅広いスペクトル範囲の輝度及び照度で高分解能、高ダイナミックレンジのデータが得られます。

OSPREyは二つの分光放射計を組み合わせた物を基準としダイアド(dyad)と称しています。それぞれのダイアドは、輝度計と天空照度計の各一台から構成されています。輝度計は左右上下の制御が可能な土台に取り付けられ、太陽や空、海、月のスペクトル測定が可能です。



天空照度計には、回転遮蔽バンドを備え全天放射照度と散乱放射照度を測定します。天空輝度計は太陽追尾装置に備え付けられ、追跡と位置合わせのために太陽面を見るカメラが含まれています。これらの測定器を結合して使用することによって今まで不可能でした空中・海洋のほぼ同期のとれたパラメータを引き出すことに成功しました。例として、太陽追尾機能はサンフォトメータのデータを提供し、海面放射輝度計や沿岸域の光学的に複雑な水を測定する製品と同じように海色衛星の大気補正の改善へと期待されています。



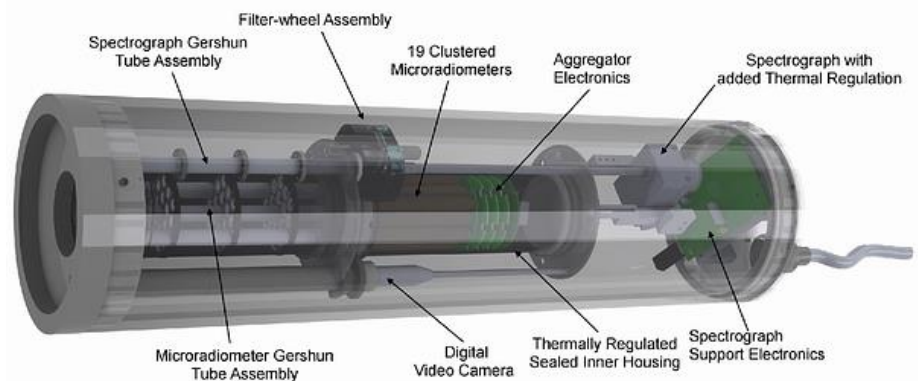
回転遮蔽バンド



太陽追尾装置

OSPRey 分光放射計

OSPRey 分光放射計は、フォトダイオード式のマイクロラジオメータと回折格子方式の分光器のハイブリッドシステムです。温度制御されたマイクロラジオメータはスペクトル半値幅 10nm の光学センサを最大 19 チャンネル集積でき、紫外波長から中間赤外波長までの 340~1,640nm 間から選択し測定できます。OSPRey 分光放射計はマイクロラジオメータの優れた技術(高ダイナミックレンジ、高安定性、低迷光、最大 20Hz の高速スキャン速度など)と回折格子方式の分光器の分解能が結合しています。



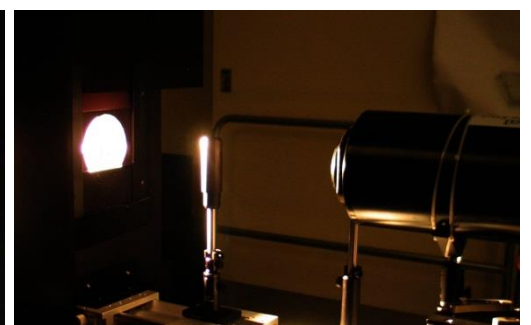
回折格子方式の分光器、カールツァイス社製 MMS UV-VIS II と MMS1 は、堅牢で、全ての光学構成部品はUBK7の光学レンズの本体に固く接着することで測定波長の高い安定性や信頼性を実現しています。輝度計の視野角は 2.5° でエアロゾルの光学的な厚さが正確に検証できます。照度計の集光器は 2 つの異なる材質を用いた新しい拡散板で、入射角感度特性は全波長帯で余弦則に従っています。マイクロラジオメータと回折格子方式の分光器は、 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 以内で温度制御します。ハウジング内には、乾燥窒素(ドライガス)で満たされ光学フィルターや電気回路の長期安定性の向上を図っています。

OSPRey 照合用分光放射計

OSPRey の輝度及び照度スケールは米国国立標準技術研究所(NIST)の SIRCUS(Spectral irradiance and radiance responsivity calibrations using uniform source)設備の放射測定スケールとリンクしています。SIRCUS スケールはバイオスフェリカル社で開発された照度用と輝度用の 2 つの OSPRey に照合用分光放射計として値付けされます。



照合用分光放射計



NISTにてOSPReyの値付け

次世代全天候型地上用近紫外-赤外域分光放射計

GUVis-3511 型



バイوسفェリカル社は、米国国立科学基金(NSF)による紫外線放射モニタリングネットワークとして南極大陸や南北アメリカ大陸の7箇所に全天候型ダブルモノクロメータ、SUV-100型を設置しています。1992年にこのSUV型の相關器として開発されたフォトダイオード式のポータブルモデルがGUV-511型で、2015年になってさらに進化した三世代目のGUVis-3511型が誕生しました。

GUV-511型では紫外域とPARのみの測定しかできませんでしたが、紫外から赤外域までの広範囲から19チャンネル選択できるようになりました。紫外域はそれまでのシリコン(Si)フォトダイオードに代えて、より紫外線の検知感度が高い炭化ケイ素(SiC)フォトダイオードを採用(オプション)しています。また、温度変化によるフォトダイオードの光測定の不確かさを軽減するためにフォトダイオード周辺には40°C(標準)または50°C(オプション)に保つ定温制御機能を備えており、赤道から極域まで広範囲に使用できます。

それまでの電気回路のワイヤーハーネスによる配線をやめ、フォトダイオード、アナログ、デジタル回路に分かれていたものをチャンネル毎にワンボード化することで、より小型化、低ノイズ化を実現しました。この技術は次世代型水中分光放射計C-OPS型にも受け継がれており、海色衛星に対する現場データによる代替校正や水中アルゴリズムの検証に使用されています。

オプションとして、GPS(BioGPS)や直達放射照度を算出する為の回転遮蔽バンド(BioSHADE)を用意しています。研究船で広域を移動する場合に測定データと共に位置データが記録できます。

注¹⁾バイوسفェリカル社製の計器は全てNIST(米国国立標準技術研究所)に準拠しています。

注²⁾現在、McMurdo(Antarctica), Palmer(Antarctica), South Pole(Antarctica), Ushuaia(Argentina), San Diego(California USA), Barrow(Alaska USA), Summit(Greenland)の7箇所になります。

特 徴

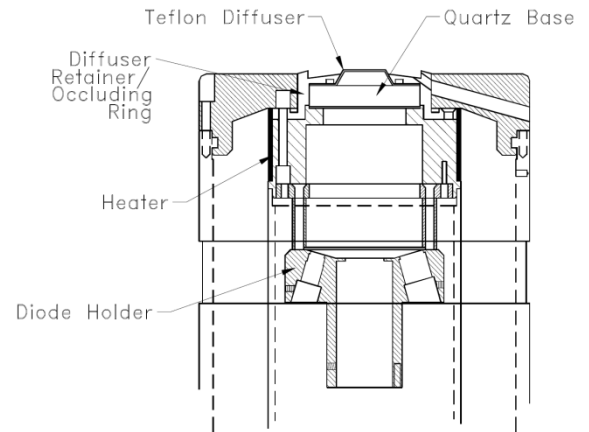
- 近紫外から赤外域まで測定可能
- 照度センサ標準8チャンネル
(最大19チャンネル)
- 光学系の定温制御
- 10桁ダイナミックレンジ
- 豊富なオプション
- 確かな校正^{注1)}

本体仕様

測定項目	空照度(全天放射照度)		
センサタイプ	Si フォトダイオード (305-1,020nm 及び PAR) InGaAs フォトダイオード (1,245 及び 1,640nm) SiC フォトダイオード (305 及び 313, 320nm)		
選択可能波長 (最大 19ch まで 搭載可)	305, 313, 320, 330, 340, 380, 395, 412, 443, 465, 490, 510, 532, 555, 560, 565, 589, 625, 665, 670, 683, 694, 710, 765, 780, 875, 940, 1020, 1245, 1640nm 及び PAR		
スペクトル半値幅	10nm、但し測定波長 1,245 及び 1,640nm はそれぞれ 15nm、30nm		
集光器	テフロンクオーツカバー		
集光器面積	2.1cm 径		
方位非対称性	1% 以下		
コサイン集光特性 (受光角特性)	コサイン曲線に対する不確かさ		
	測定波長	天頂角	
		~60°	~70°
	300-700nm	±3%	±4%
700-1050nm	±3%	±4%	-10%
1640nm	-6%	-10%	-20%
最小測定値(代表値)	測定波長	最少感度	
	305nm	$3 \times 10^{-4} \mu\text{W}/\text{cm}^2 \cdot \text{nm}$	
	412nm	$1 \times 10^{-4} \mu\text{W}/\text{cm}^2 \cdot \text{nm}$	
	610nm	$2 \times 10^{-5} \mu\text{W}/\text{cm}^2 \cdot \text{nm}$	
	1,020nm	$4 \times 10^{-5} \mu\text{W}/\text{cm}^2 \cdot \text{nm}$	
	1,245nm	$6 \times 10^{-5} \mu\text{W}/\text{cm}^2 \cdot \text{nm}$	
1,640nm	$3 \times 10^{-5} \mu\text{W}/\text{cm}^2 \cdot \text{nm}$		
ダイナミックレンジ	10 桁(実用域で)		
応答速度	0.01 秒以下		
ゲイン切替え速度	0.1 秒		
データレート	15Hz		
インターフェース	RS-232C 又は USB		
通信速度	115,200 ボーレート		
動作環境	-30°C~+35°C、+35°C 以上オプション		
定温制御(PID 制御)	40°C(標準)、50°C(オプション)		
ケーブル長	100m まで		

光学系定温制御機構

フォトダイオードアレイ周辺温度が常に 40°C に保たれるよう光学系にシリコンヒータブランケットを装備し、フォトダイオードの温度変化による不確かさを限りなく低減します。アレイ温度は常にデッキユニットにリアルタイムに表示されます。



オプション

BioSHADE は、全天照度計のオプションとして手軽に取り付けられる回転遮蔽バンド機構です。内蔵のステッピングモータにより遮蔽バンドを 1 分間に 0~180° 回転させます。直達放射照度(direct irradiance)を遮蔽したときを散乱放射照度(diffuse irradiance)とし、遮蔽されていないときの測定、全天放射照度(global irradiance)から散乱放射照度を減らすことで直達放射照度を算出します。また、ラングレープロット法によるエアロゾルの光学的厚さの算出も行えます。

遮蔽バンドは 51,200 もの細かい角度ステップで可動し、照度計は 15Hz 以上の高速サンプリングが可能で、算出される直達放射照度は高い信頼性があります。専用のソフトウェアからリアルタイムでバンド角情報の表示やオフセット調整も行えます。

BioGPS は、光測定データと共に位置情報も記録します。広域を移動しながら測定するのに便利です。

ポータブルスカラー光量子計 / 水中スカラー光量子計

QSL-2100/2101 型

QSPL-2100/2101 型



QSL-2100 型



QSPL-2101 型

特 徴

- 小型・軽量
- 超低消費電力
- 全方位からの光合成有効放射(PAR)
- 二通りの集光器サイズ
- 電池不要
- 使いやすい Windows 版ソフトウェア
- 確かな校正^{注1)}

QSL-2100/2101 型は、センサー一体型のポータブル光量子計です。

他に類を見ないスカラー集光器は、水中での全方位からの光を光合成有効放射(PAR：波長域 400-700nm)として測定します。またソフトウェアから切換えすることで空中用としてもご利用いただけます。

電源は、コンピュータの RS-232C シリアル通信ポート^{注2)}からの電源供給だけで計測を行うことが可能なので、電池の残量を気にする必要がありません。コンピュータに接続してソフトウェアを起動させれば、リアルタイムで計測をします。本体内部に固有のキャリブレーション係数が記録されており、機器が接続されるとソフトウェアが自動認識しますので、測定前に面倒な設定も必要ありません。

集光器は様々な用途に合わせて、1.3cm 径(2101 型)、1.9cm 径(2100 型)の 2 つのサイズを用意しています。材質はテフロン[®]を使用していますので、耐候性に優れています。

QSL 型は本体先端の集光器から検出管(25cm 長)までの防水仕様、QSPL 型は完全耐水仕様です。QSPL 用の水中ケーブルはケブラー繊維入りで十分な強度があり、最大 100m まで可能です。

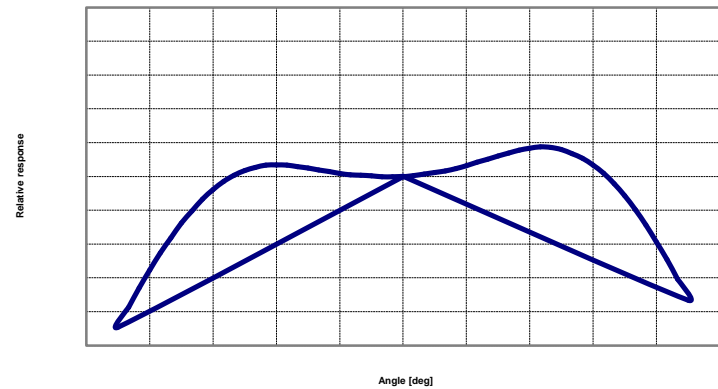
^{注1)} バイオスフェリカル社製の計器は全て NIST (米国国立標準技術研究所) に準拠しています。

^{注2)} 専用のシリアル変換アダプター(昇圧タイプ)を標準装備しています。お使いのコンピュータに USB ポートしかない場合、このアダプターを介して接続可能です。

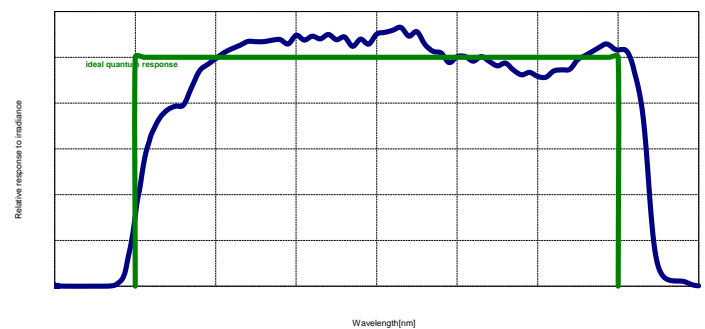
本体仕様

測定項目	水中/空中光量子
センサタイプ	フォトダイオード
測定範囲	$1 \times 10^{14} \sim 3 \times 10^{17}$ quanta/cm ² ·sec
検出器	テフロンディフューザー
検出管	ステンレスパイプで保護された石英ガラス
分光特性	400 ~ 700nm を平均して検出(分光平均感度差±10%)
測定単位	quanta/cm ² ·sec、 $\mu\text{E}/\text{cm}^2 \cdot \text{sec}$ 、 $\mu\text{E}/\text{m}^2 \cdot \text{sec}$ 、Volt
電源	不要(但し、シリアルポート搭載している Windows 版コンピュータが必要)
インターフェース	RS-232C 又は USB 注2)
通信速度	9,600 ボーレート
動作環境	0°C ~ +40°C
寸法	
集光器	1.9cm 径(QSL-2100 型) 1.3cm 径(QSL-2101 型)
検出管	25cm
検出部/エレクトロニクス	4cm(径)×10cm(長)
ケーブル長	3.5m(QSL-2100/2101 型) 100m まで(QSPL-2100/2101 型)

入射角感度特性

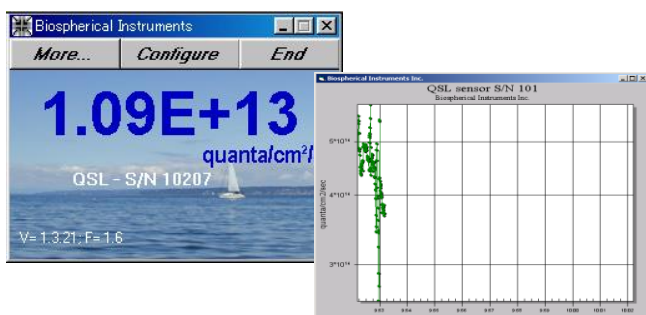


波長感度特性



ソフトウェア

Windows ベースのソフトウェアは、ダークオフセット値や測定単位の変更、時系列のグラフがリアルタイムで表示できます。対応 OS は、マイクロソフト社 Windows Vista、7、8(いずれも日本語版)です。



水中/地上用光量子センサ

QSP/QCP/MCP/MCR/QCR シリーズ

スカラー照度の QSP 型、コサイン照度の QCP 型と、形状の異なる 2 種類の水中光量子センサを用意しております。出力方式は、さまざまな用途に対応するようデジタル出力、アスキー出力、アナログ出力(0~5V)、対数出力(0~5V)の 4 タイプがあります。QCP 型は、深海用 CTD 計のオプションセンサとして利用でき、10,000m 耐圧仕様も可能です。MCP 型(コサイン照度)は単波長^{注1)}タイプです。地上用として 2 π スカラー照度の QSR 型、コサイン照度の QCR 型と MCR 型(単波長タイプ)も用意しています。

特 徴

- 小型・軽量
- 低消費電力
- スカラー照度、コサイン照度の 2 種類
- 標準耐圧 2,000m(全モデル)
- 最大耐圧 10,000m(QCP 型のみ)
- CTD 計等のオプションセンサに最適
- 確かな校正^{注2)}



QSP シリーズ



測定方式：スカラー照度

全方位からの光合成有効放射(PAR)の測定

用途：各観測機器のオプションセンサ

ロガーと組み合わせても最適

仕様：消費電力 2mA 以下(対数出力は 4mA)

耐 圧 2,000m まで

QCP シリーズ



測定方式：コサイン照度

用途：各観測機器のオプションセンサ

ロガーと組み合わせても最適

仕様：消費電力 2mA 以下(対数出力は 4mA)

耐 圧 2,000m(標準)

6,800m(オプション)

10,000m(オプション)

QSR シリーズ



測定方式：スカラ照度

反射光を防ぐ為、遮光板あり

用途：天空用照度計

水中照度計の比較器として最適

ロガーと組み合わせて海面光の測定も可

仕様：消費電力 2mA 以下

モデル対応チャート

	QSP-2100	QSP-2150	QSP-2200	QSP-2300	QCP-2100	QCP-2150	QCP-2200	QCP-2300	QSR-2100	QSR-2150	QSR-2200	MCP-2100	MCP-2200	MCP-2300	MCR-2100	MCR-2200	MRP-2100	MRP-2200	MRP-2300	
スカラ照度	●	●	●	●																
コサイン照度					●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●				
輝度																	●	●	●	
PAR	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●									
特定波長												●	●	●	●	●	●	●	●	●
防滴									●	●	●				●	●				
2,000m 耐圧	●	●	●	●	●	●	●	●				●	●	●			●	●	●	
6,800m 耐圧					●	●	●	●				●	●	●						
10,000m 耐圧					●		●	●				●	●	●						
デジタル出力	●				●				●			●		●			●			
アスキー出力		●				●				●										
アナログ出力			●				●				●		●		●			●		
ログ出力				●				●								●				●

注¹⁾測定波長は、412, 443, 465, 490, 510, 520, 532, 555, 565, 589, 625, 665, 670, 683, 694, 710, 765, 780, 875nm から 1 チャンネルの選択になります。

注²⁾バイオスフェリカル社製の計器は全て NIST(米国国立標準技術研究所)に準拠しています。

ポータブル水中スカラー光量子計

Scaler PAR Profiling システム



Scaler PAR Profiling システムは、野外での研究に最適なポータブル水中スカラー光量子計です。水中の光合成有効放射(PAR 波長域:400-700nm)を地上比較センサ値と比較しながら測定します。PAR センサは、テフロン®球形ディフューザーを採用しており、経年変化が少なく長期安定性に優れています。

BIS-2101D 型水中器、QSR-2100 型地上器は接続するコンピュータの RS-232C シリアル通信ポート^{注2)}からの電源供給で動作する低消費電力タイプ^{注3)}の光量子計ですが、組合せて使用する場合は、写真のようなマルチプレクサを使用します。

地上比較用として 2πスカラー-PAR センサと水中器に深度センサを標準付属としていますので、太陽高度の変化に伴う海面入射光の変動を、水中照度の補正^{注4)}に利用できます。

水中ケーブルは、引張強度 225kg のケブラー繊維入りで補助ロープなしに観測が行えます。

オプションで温度センサを加えた BIS-2101P 型(測定項目:水中 PAR、深度、温度)も用意しています。

特徴

- 小型・軽量
- 超低消費電力
- 全方位からの光合成有効放射(PAR)
- ウインチ不要の手軽なプロファイル観測
- 電池不要
- 深度センサ込み
- 確かな校正^{注1)}

^{注1)} バイオスフェリカル社製の計器は全て NIST (米国国立標準技術研究所)に準拠しています。

^{注2)} お使いのコンピュータに USB ポートしかない場合、市販のシリアル変換アダプター器をご利用いただければ接続可能です。

^{注3)} コンピュータからの電源が不足の時のみマルチプレクサ内部の電池使用

^{注4)} R.C.smith and K.S.Baker: The analysis of ocean optical data. SPIE Vol. 499, Ocean Optics VII, pp. 119-126(1984)

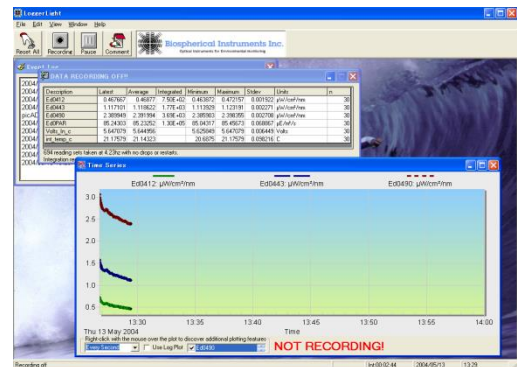
水中光量子計 BIS-2101D 型

照度センサ	
センサタイプ	フォトダイオード
集光器	球形テフロンディフューザー
集光器径	1.9cm(径)
分光特性	400~700nm を平均して検出 (分光平均感度差±10%)
測定範囲	0.004~4,000 μ E/m ² ·sec
温度センサ	
測定範囲	-5~+35°C
精度	±0.1°C
深度センサ	
測定範囲	0~100m
ハウジング	
寸法	10.2cm(径)×25cm(長)
空中重量	1.4kg
耐圧	200m

ソフトウェア

本体内部に固有のキャリブレーション係数が記録されていますので、機器が接続されるとソフトウェアが自動的に認識します。わずらわしい設定は必要ありません。光学データは鉛直分布・時系列のグラフがリアルタイムで表示できます。

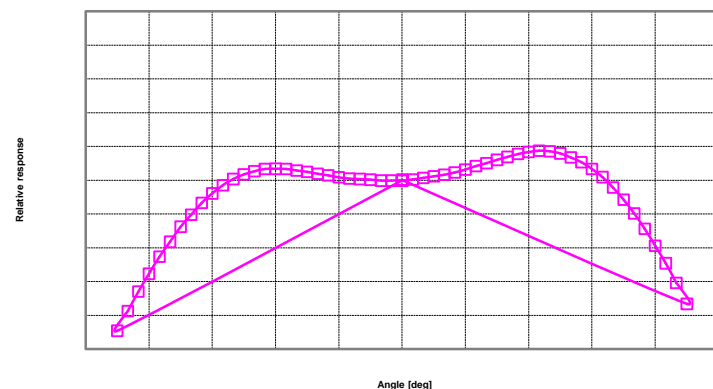
対応 OS は、マイクロソフト社 Windows Vista、7、8(いずれも日本語版)です。ソフトウェアは、いつでも Web 上から最新のバージョンが無償にてダウンロードできます。



地上比較照度計 QSR-2100 型

照度センサ	
センサタイプ	フォトダイオード
集光器	球形テフロンディフューザー
集光器径	1.9cm(径)
分光特性	400~700nm を平均して検出 (分光平均感度差±10%)
測定範囲	5~10,000 μ E/m ² ·sec
ハウジング	
寸法	20cm (径) × 18.5cm (長)
空中重量	1.5kg

入射角感度特性



その他

マルチプレクサ	
内部電池	コンピュータからの電源が不足の時 (アルカリ乾電池 9V 形)
インターフェース	RS-232C 又は USB 注 ²⁾
通信速度	9,600 ボーレート

小型 4 チャンネル水中/地上照度分光放射計

BIC(MUV)型



BIC(MUV)型は、水中分光放射計 PRR 型や水中紫外分光放射計 PUV 型の小型・軽量版として新しく開発された 4 チャンネル水中分光放射計です。

超低消費電力タイプで、コンピュータの RS-232C シリアル通信ポート^{注2)}から供給される電源だけで観測が可能^{注3)}です。

BIC(MUV:紫外域を選択した場合の名称)型は、波長 305~875nm 及び PAR から 4 つの照度測定チャンネルを選択できます。オプションのマルチプレクサ(DMS)を用いて水中器と地上比較器等、複数の機器を接続できます。

水中ケーブルは、引張強度 225kg のケブラー繊維入りで補助ロープなしに観測が行えます。



特徴

- 小型・軽量
- 超低消費電力
- ロープライス
- 5 桁ダイナミックレンジ
- ウインチ不要の手軽なプロフィール観測
- 電池不要
- 使いやすい Windows 版ソフトウェア
- 確かな校正^{注1)}

^{注1)}バイオスフェリカル社製の計器は全て NIST(米国国立標準技術研究所)に準拠しています。

^{注2)}お使いのコンピュータに USB ポートしかない場合、市販のシリアル変換アダプター器をご利用いただければ接続可能です。

^{注3)}コンピュータからの電源が不足の時のみマルチプレクサ内部の電池使用

本体仕様

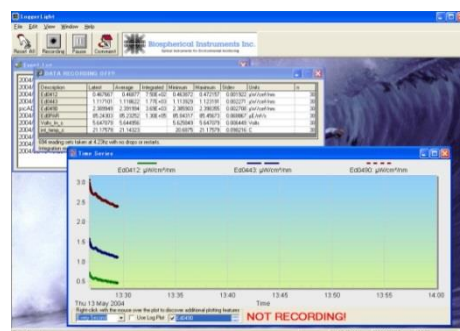
測定項目	水中下向き照度(EdZ)
センサタイプ	フォトダイオード
集光器	テフロン皮膜石英ガラス
コサイン特性 (受光角特性)	コサイン曲線に対する不確かさ±2%(天頂角 0°-65° 間)、 ±10%(天頂角 65°-85° 間)
選択可能波長(ピーク)	305, 313, 320, 330, 340, 380, 395, 412, 443, 465, 490, 510, 520, 532, 555, 565, 589, 625, 665, 670, 683, 694, 710, 765, 780, 875nm及びPAR
スペクトル半値幅	10nm、但し 305nm と PAR は 除く
消費電力	2mA 以下@1 チャンネル
材質	強化プラスチック
寸法	10.2cm (径) × 20cm (長)
空中重量	2kg
耐圧	100m

オプションセンサ

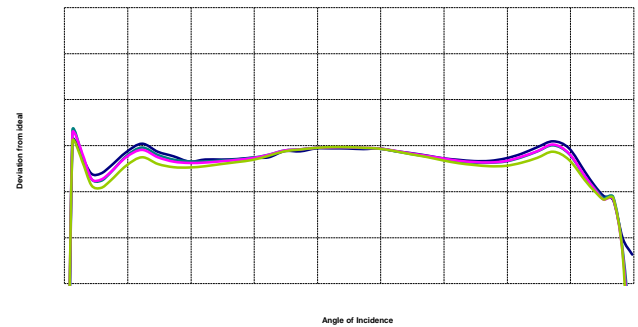
温度センサ	
測定範囲	-2~+35°C
精度	±0.1°C
深度センサ	
測定範囲	0~100m

ソフトウェア

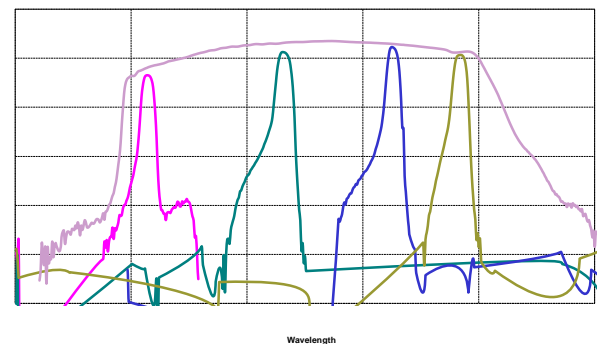
本体内部に固有のキャリブレーション係数が記録されていますので、機器が接続されるとソフトウェアが自動的に認識します。わずらわしい設定は必要ありません。光学データは鉛直分布、時系列、スペクトル分布のグラフがリアルタイムで表示できます。対応 OS は、マイクロソフト社 Windows 7、8(いずれも日本語版)です。



入射角感度特性



波長感度特性



小型 4 チャンネル水中分光輝度計

BIR 型



BIR 型は、水中分光放射計 PRR 型や水中紫外分光放射計 PUV 型の小型・軽量版として新たに開発された 4 チャンネル水中輝度分光放射計です。

超低消費電力タイプで、コンピュータの RS-232C シリアル通信ポート^{注2)}から供給される電源だけで観測が可能^{注3)}です。

波長 313~875nm 及び自然蛍光光度(LuZChl)から 4 つの測定チャンネルを選択できます。オプションセンサとして温度、深度が用意されています。

水中ケーブルは、引張強度 225kg のケブラー繊維入りで補助ロープなしに観測が行えます。



特 徴

- 小型・軽量
- 超低消費電力
- ロープライス
- 5 桁ダイナミックレンジ
- ウインチ不要の手軽なプロファイル観測
- 電池不要
- 使いやすい Windows 版ソフトウェア
- 確かな校正^{注1)}

注¹⁾ バイオスフェリカル社製の計器は全て NIST(米国国立標準技術研究所)に準拠しています。

注²⁾ お使いのコンピュータに USB ポートしかない場合、市販のシリアル変換アダプター器をご利用いただければ接続可能です。

注³⁾ コンピュータからの電源が不足の時のみマルチプレクサ内部の電池使用

コンパクト水中自然蛍光光度計

PNF 型



PNF 型は、PNF-300 型の後継機として開発されたコンパクト水中自然蛍光光度計です。

新技術により、コンパクトな本体に水中全方位からの光合成有効放射 (PAR: 波長域:400~700nm) 及び自然蛍光光度 (LuZChl)、温度、深度センサを収めたシステムで、コンピュータの RS-232C シリアル通信ポート^{注2)}から供給される電源だけで観測が可能^{注3)}となりました。

地上比較 PAR センサを標準付属としていますので、太陽高度の変化に伴う海面入射光の変動を、水中照度の補正^{注4)}に利用できます。

本体内部に固有のキャリブレーション係数が記録されており、機器が接続されると専用ソフトウェアが自動的に認識しますので、計測前に細かな設定をする必要がなく、スムーズに計測を実施することができます。

水中ケーブルは、引張強度 225kg のケブラー繊維入りで補助ロープなしに観測が行えます。

特 徴

- 小型・軽量
- 超低消費電力
- ロープライス
- 地上比較 PAR センサ標準付属
- 温度・深度センサ標準装備
- ウインチ不要の手軽なプロフィール観測
- 電池不要
- 使いやすい Windows 版ソフトウェア
- 確かな校正^{注1)}

注¹⁾ バイオスフェリカル社製の計器は全て NIST(米国立標準技術研究所)に準拠しています。

注²⁾ お使いのコンピュータに USB ポートしかない場合、市販のシリアル変換アダプター器をご利用いただければ接続可能です。

注³⁾ コンピュータからの電源が不足の時のみマルチプレクサ内部の電池使用

注⁴⁾ R.Csmith and K.S.Baker: The analysis of ocean optical data. SPIE Vol. 499, Ocean Optics VII, pp. 119-126(1984)

高分解能・多チャンネル水中分光放射計

PRR-800 型



フリーフォール金具装着例

特 徴

- 小型・軽量
- 近紫外から近赤外域まで波長選択可
- 照度・輝度センサ各標準 15ch(最大 19ch)
- 高速サンプリング(最大 15Hz)
- 9桁ダイナミックレンジ以上
- 1チャンネルシリアルポート
- 温度・深度・傾斜センサ標準装備
- 確かな校正^{注)}

PRR-800 型は、高分解能・高速スキャンのフォトダイオード式水中プロファイル分光放射計です。

近紫外から近赤外域まで照度/輝度の最大 19(標準 15)チャンネルの波長が選択できます。低反射・低ノイズのフィルターを使い、単一波長のみではなく水中の光合成有効放射 (PAR: 波長域 400~700nm) や自然蛍光光度 (LuZChl) の観測にも対応しています。また、長期安定性にも優れています。

光学系は全てのチャンネルに独立した 3 ステージ増幅回路を採用することにより、旧来のモデルでは不可能であった $10^{-5} \mu\text{W}/\text{cm}^2 \cdot \text{nm}$ レベルの微量の光までも検出できるようになりました。

従来の鉛直方向のプロファイル観測では、海流やケーブルの自重等の影響で水中器の傾斜が大きくなってしまったり、投入時水中器を船から遠ざけるのは難しく船影の影響を受けてしまう等でデータの信頼性を極力損なわないように、オプションとして、より傾斜角が少ないプロファイル観測を行うためのロケットの形状をしたフリーフォール金具が用意されています。

各々の金具は取り外し、変更なしで入れ替えができますので、通常のプロファイル観測用を装着すれば、浅瀬での観測に便利です。

ケーブルは、引張強度 225kg のケブラー繊維入りで補助ロープなしにプロファイル観測/フリーフォール観測が行えます。

^{注)} バイオスフェリカル社製の計器は全て NIST(米国立標準技術研究所)に準拠しています。

本体仕様

光学系	
チャンネル数	各 15ch(最大各 19ch)
選択可能波長域	305~875nm
選択可能波長(ピーク)	305, 313, 320, 330, 340, 380, 395, 412, 443, 465, 490, 510, 520, 532, 555, 565, 589, 625, 665, 670, 683, 694, 710, 765, 780, 875nm 及び PAR, LuZChl 注2)
スペクトル半値幅	10nm、但し 305nm と PAR は除く
照度センサ	
センサタイプ	フォトダイオード
コサイン特性(受光角特性)	コサイン曲線に対する不確かさ±2%(天頂角 0°-65° 間)、±10%(天頂角 65°-85° 間)
最小測定値(代表値)	$1 \times 10^{-5} \mu\text{W}/\text{cm}^2 \cdot \text{nm}$
最大測定値(代表値)	$1 \times 10^5 \mu\text{W}/\text{cm}^2 \cdot \text{nm}$
PAR 測定範囲(代表値)	$4 \times 10^{-10} \sim 4 \mu\text{E}/\text{cm}^2 \cdot \text{sec}$
輝度センサ	
センサタイプ	フォトダイオード
水中視野角	10°(ハーフアングル)
最小測定値(代表値)	$1 \times 10^{-12} \text{W}/\text{cm}^2 \cdot \text{nm} \cdot \text{sr}$
最大測定値(代表値)	$1 \times 10^{-3} \text{W}/\text{cm}^2 \cdot \text{nm} \cdot \text{sr}$
自然蛍光光度(代表値)	$2 \times 10^{-14} \sim 2 \times 10^{-6} \text{nE}/\text{m}^2 \cdot \text{sec} \cdot \text{str}$
温度センサ	
測定範囲	-5~50°C
深度センサ	
測定範囲	0~350m
傾斜センサ	
測定範囲	0~45°
PRR-800 型ハウジング	
寸法	10.2cm(径)×55.9cm(長)
重量	4.8kg(空中)、0.9kg(水中)
耐圧	350m
PRR-810 型ハウジング	
寸法	10.2cm(径)×37.8cm(長)
重量	4.4kg

注1): 照度のみ装着可 注2): 照度のみ装着可水中上向輝度のみ装着可

その他

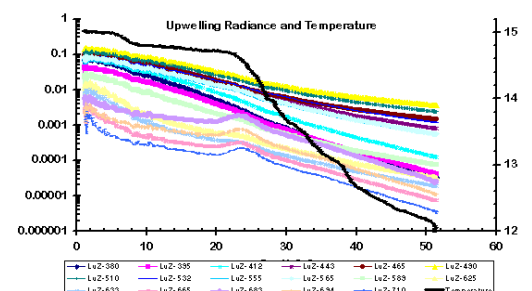
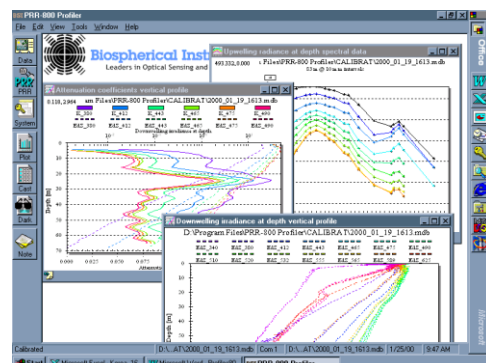
デッキユニット	
電源	12VDC-6AH(鉛積層電池)
充電器	90~240VAC 50~60Hz
データレート	最大 15Hz
インターフェース	RS-232C 又は、RS-485
通信速度	57,000 ボーレート
ケーブル	
水中ケーブル	ケブラー繊維補強ケーブル 最大ケーブル長 300m
地上ケーブル	ケブラー繊維補強ケーブル 標準 25m

ソフトウェア

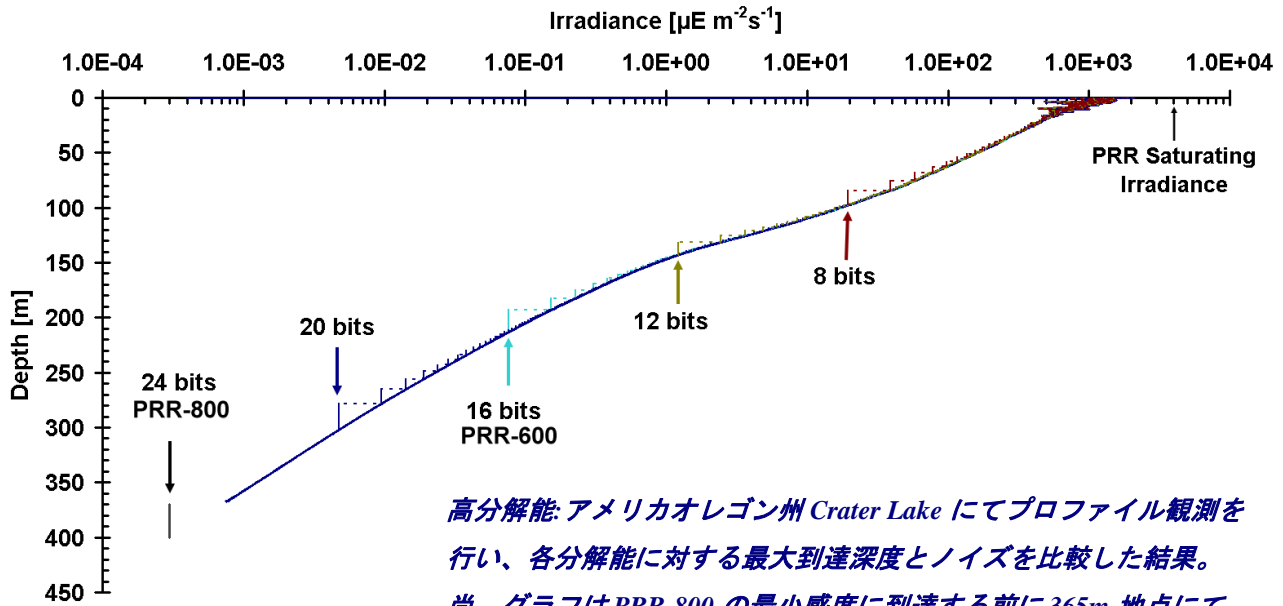
Windows ベースのソフトウェアは、水中での PRR の状態がわかりやすいよう傾斜や深度がコンピュータ上に見やすく表示され、光学データは鉛直分布・時系列・スペクトル分布のグラフがリアルタイムで表示できます。

また、深度毎の下方向放射照度に対する消散係数(Kd)等の解析が可能です。

対応 OS は、マイクロソフト社 Windows Vista、7、8(いずれも日本語版)です。ソフトウェアは、いつでも Web 上から最新のバージョンが無償にてダウンロードできます。

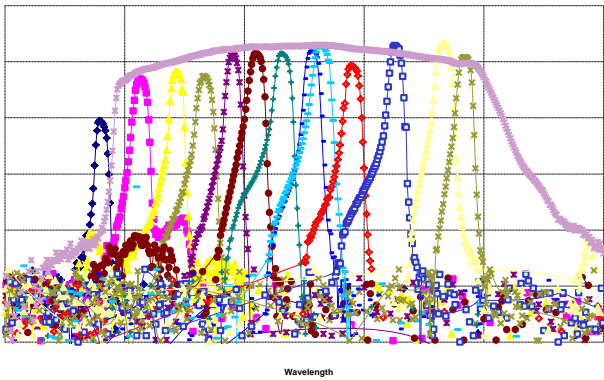


ダイナミックレンジ

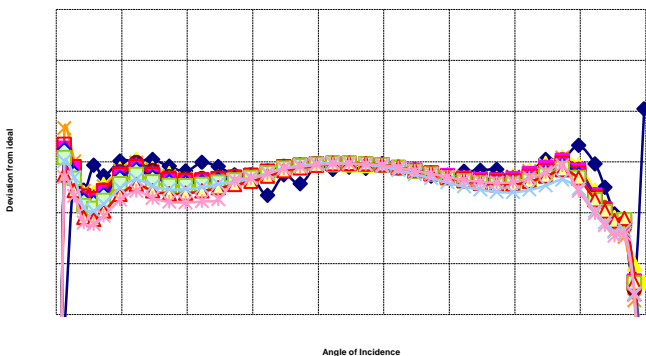


高分解能: アメリカオレゴン州 Crater Lake にてプロファイル観測を行い、各分解能に対する最大到達深度とノイズを比較した結果。尚、グラフは PRR-800 の最小感度に到達する前に 365m 地点にて回収。

波長感度特性



入射角感度特性



セパレート式

水中下向き照度(EdZ)と水中上向き輝度(LuZ)を同じ深さで測定するスプリットタイプの PRR-800S 型です。海中の濁りにより光の減衰が急激に低下する環境下での測定に適しています。照度計を 2 つ組み合わせることで、水中下向き照度(EdZ)と水中上向き照度(EuZ)の測定も可能です。



PRR-800S 型



光学系ユニット(EdZ)



輝度計(LuZ)



全天放射照度計 PRR-810 型



フリーフォール観測例

高分解能水中分光放射計

PRR-2600 型



PRR-2600 型は、高分解能・高速スキャンのフォトダイオード式水中プロファイル分光放射計です。

エレクトロニクスは PRR-800 型と同じで光学チャンネルを各 8 チャンネル(合計 16 チャンネル)としたエコノミー型です。PRR-2610 型全天放射照度計は、水中器の測定値に対応するベース器になります。

ケーブルは、引張強度 225kg のケブラー繊維入りで補助ロープなしに観測が行えます。プロファイル観測には、従来の吊り下げ金具とオプションのフリーフォール金具の両方に対応しています。

水中下向き照度(EdZ)のみの PER-2700 型もあります。

高分解能全天放射照度/輝度計

WLR 型



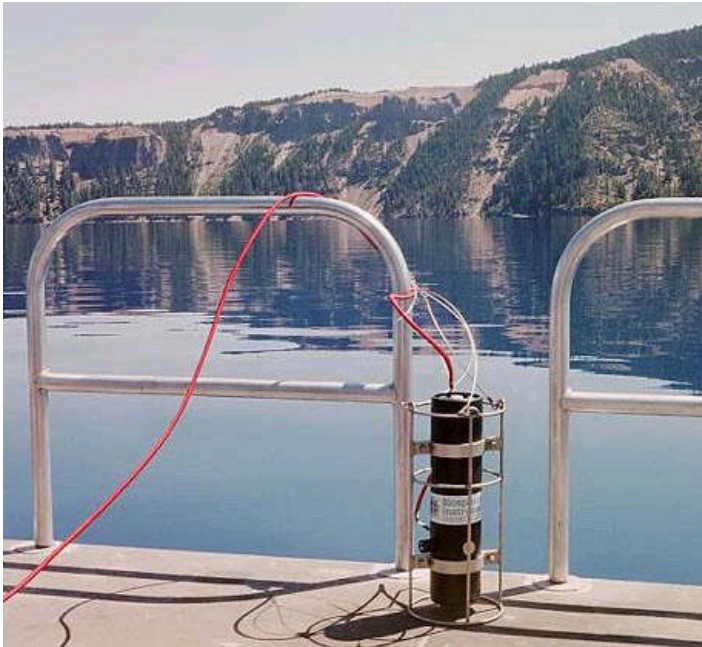
WLR 型は、高分解能・高速スキャンのフォトダイオード式全天放射照度/輝度計です。

天空照度(Es)及び天空輝度(Lsk)、海面反射輝度(Lsf)の 3 システムで構成されています。近紫外から可視光域まで照度/輝度最大 19 チャンネルの波長が選択できます。フィルターには低反射・低ノイズを採用し、また長期安定性にも優れています。

エレクトロニクスは 24 ビット A/D コンバータ、3 モードオートゲインを採用することにより僅かな光の変化を見逃しません。

現在、ベネチア沖(イタリア)に設置され、海面射出放射輝度の測定を行っています。

高分解能水中紫外分光放射計 **PUV-2500 型**



PUV-2500 型は、高分解能・高速スキャンのフォトダイオード式水中プロファイル紫外分光放射計です。

照度センサは 6 チャンネル(305, 313, 320, 340, 380, 395nm)の紫外波長域と光合成有効放射 (PAR: 波長域:400nm-700nm)を加えた 7 チャンネルとし、これにクロロフィル a 量を推定することができる自然蛍光光度の輝度 1 チャンネル、合計 8 チャンネルで構成され、側面に温度と深度センサを配した組合せが標準セットです。

光学系は全てのチャンネルに独立した 3 ステージ増幅回路を採用することにより、旧来モデルではできなかった微量の光、 $10^{-5}\mu\text{W}/\text{cm}^2\cdot\text{nm}$ レベルまで検出できるようになりました。

PUV-2510 型全天放射照度計は、水中器の測定値に対応するベース器になります。

従来の鉛直方向のプロファイル観測では、海流やケーブルの自重等の影響で水中器の傾斜が大きくなる場合や、投入時水中器を船から遠ざけるのは難しく船影の影響を受けやすい等、信頼性の高いデータが得られないことがしばしばありました。オプションとして、より傾斜角の少ないプロファイル観測ができるようにするためのフリーフォール金具が用意されています。

ケーブルは、引張強度 225kg のケブラー繊維入りで補助ロープなしに観測が行えます。

特 徴

- 小型・軽量
- 高速サンプリング(最大 20Hz)
- 9 桁ダイナミックレンジ以上
- ウインチ不要の手軽なプロファイル観測
- 使いやすい Windows 版ソフトウェア
- 温度・深度センサ込み
- 確かな校正^{注)}

^{注)}バイオスフェリカル社製の計器は全て NIST(米国立標準技術研究所)に準拠しています。

全天候型地上用紫外分光放射計

GUV-2511 型



バイオスフェリカル社は、NSF(National Science Foundation)のプロジェクトとして、南極をはじめ 7 箇所^{注 2)}に高分解能紫外分光放射計 SUV-100/150 型を設置し、紫外線モニタリングネットワークに取組んでいます。

GUV-2511 型は、SUV-100/150B 型の相関器となるフォトダイオード式のポータブル測定器です。ハウジング内のフォトダイオードアレイ付近にヒーターブランケットを装備し、常に一定温度に保ちます。アレイ周辺の温度変化による不確かさを最小におさえます。

紫外域を中心にした 6 波長(305、313、320、340、380、395nm)に光合成有効放射(PAR 波長域:400-700nm)を加えた 7 波長が標準です。

光学系は全てのチャンネルに独立した 3 ステージ増幅回路を採用することにより、旧来モデルではできなかった微量の光、 $10^{-5}\mu\text{W}/\text{cm}^2\cdot\text{nm}$ レベルまで検出できるようになりました。



特 徴

- 小型・軽量
- 低ノイズフィルター
- 温度制御機能
- 光合成有効放射(PAR)標準装備
- 9 桁ダイナミックレンジ以上
- 確かな校正^{注 1)}

^{注 1)}バイオスフェリカル社製の計器は全て NIST(米国国立標準技術研究所)に準拠しています。

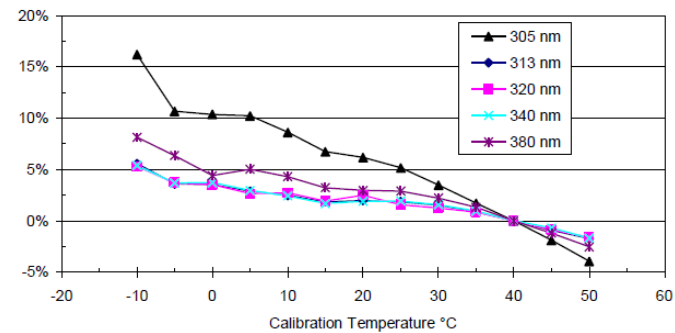
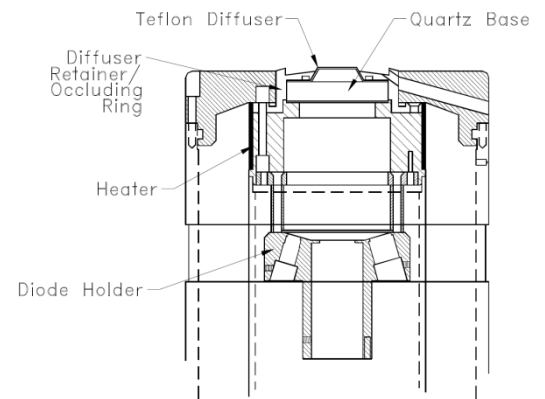
^{注 2)}現在、McMurdo(Antarctica), Palmer(Antarctica), South Pole(Antarctica), Ushuaia(Argentina), San Diego(California USA), Barrow(Alaska USA), Summit(Greenland)の 7 箇所になります。

本体仕様

測定項目	空照照度(全天放射照度)
センサタイプ	フォトダイオード
集光器	テフロンクオーツカバー
測定波長	305, 313, 320, 340, 380, 395nm 及びPAR
スペクトル半値幅	10nm(標準) 20nm(オプション)
コサイン特性 (受光角特性)	コサイン曲線に対する不確かさ 0~5%(天頂角 0°-70° 間)、 ±10%(天頂角 71°-85° 間)
最小測定値(代表値)	$1 \times 10^{-5} \mu\text{W}/\text{cm}^2 \cdot \text{nm}$
最大測定値(代表値)	$1 \times 10^5 \mu\text{W}/\text{cm}^2 \cdot \text{nm}$
温度特性	±0.15%/°C 以下
動作環境	-50~+40°C
光学系温度制御	40°C±0.5°C
寸法	15cm(径)×30cm(長)
重量	7kg

光学系温度制御機構

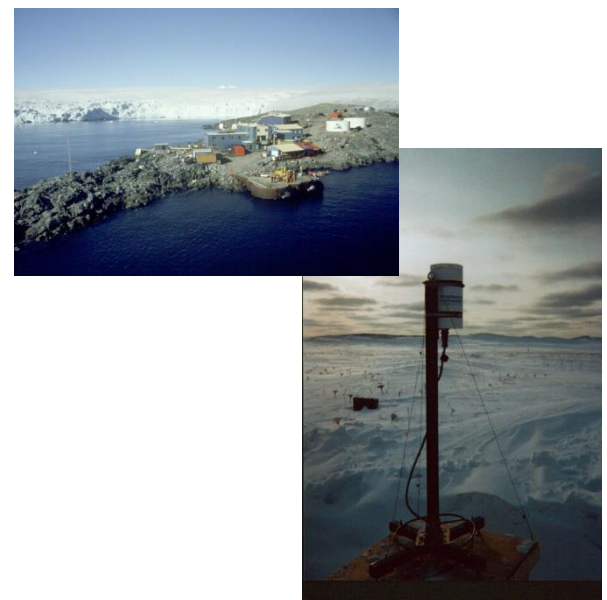
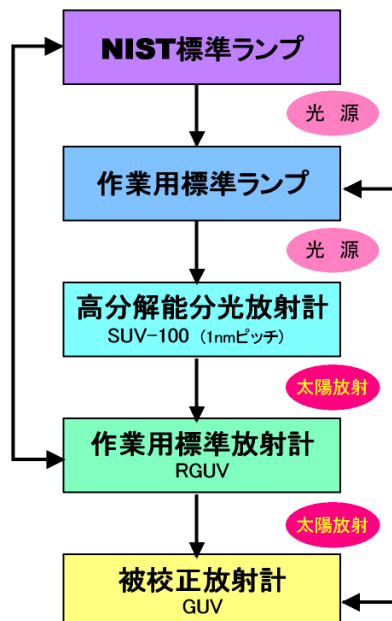
フォトダイオードアレイの温度が常に 40°C に保たれるよう光学系にシリコンヒータブランケットを装備し、温度変化による不確かさを限りなく低減します。アレイ温度は常にデッキユニットにリアルタイムに表示されます。



異なる温度での標準光源による光学校正。縦軸を 40°C における校正を基準とし、各温度との比較結果。

キャリブレーション

バイオスフェリカル社では、紫外分光放射計の校正を行うために屋外(カリフォルニア州サンディエゴ)に高精度ダブルモノクロメータ SUV-100 型を設置しています。確度の高いデータを得るため、南極をはじめ 7 箇所のモニタリングとデータリンクしています。



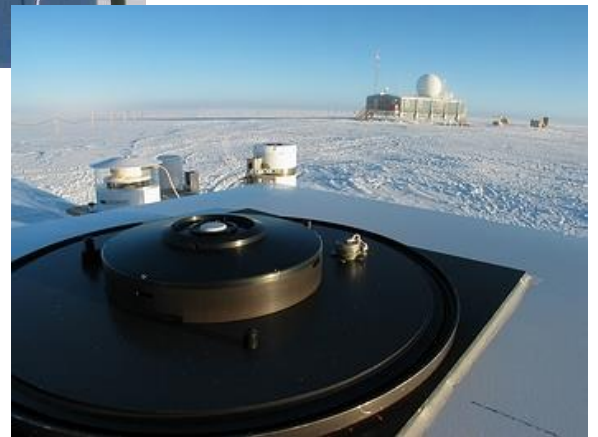
全天候型ダブルモノクロメータ **SUV-150B 型**



SUV-150B 型は、測定波長 280~600nm でスペクトル分解能 0.63nm を有した全天放射照度計です。全自動で極端な天候にも耐えるよう耐候性の設計がなされています。1987 年 NSF プロジェクトとして南極大陸におけるオゾン欠損量に関する調査をしています。

現在、McMurdo(Antarctica)、Palmer(Antarctica)、South Pole(Antarctica)、Ushuaia(Argentina)、San Diego(California USA)、Barrow(Alaska USA)、Summit(Greenland)の 7 箇所に紫外線モニタリングネットワークを構築し、現在に至っています。

SUV-150B 型は、ツェルニーターナー型ダブルモノクロメータを採用しています。光はテフロン製拡散板を介して取り込まれ、焦点距離 150mm、F 値 4.4 の分光器、ツェルニーターナーダブルモノクロメータで単一波長に分けられ、バイアルカリ PMT で計測されます。また、分光器には独立した二つのステップモータにて回折格子を駆動しており、高波長精度、高速駆動を実現しました。



信頼性向上の為に、内部には熱電ヒーター/クーラーを備え器内温度が $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 以内になるよう制御しています。また長期のデータ品質の向上として水銀光源とタングステンハロゲン光源を内蔵し、定期的に絶対校正を行います。



Biospherical Instruments Inc.



日本総代理店

ケー・エンジニアリング株式会社

〒111-0053 東京都台東区浅草橋 5-14-10

TEL.03-5820-8170 FAX.03-5820-8172

<http://www.k-engineering.co.jp> mail sales@k-engineering.co.jp