

ピコ秒蛍光寿命測定用ストリークカメラ

二次元フォトンカウンティング法により、800 fs の時間分解能で蛍光現象をとらえます。
蛍光寿命の解析と時間分解蛍光スペクトル測定が可能です。

Picosecond fluorescence lifetime measurement system





800 fs～の時間分解能で様々な光物理過程、 光化学過程の観測が可能

物質が励起状態から基底状態に戻る際のエネルギー放出過程のひとつに、蛍光やりん光、遅延蛍光に代表される発光（フォトルミネセンス）がありますが、極短パルス光励起により物質を瞬間的に励起し、その発光減衰時間を計測することは一般に、蛍光（発光）寿命測定と呼ばれ、様々な励起ダイナミクスの解明に有効な手段です。

近年、有機/無機 蛍光体や化合物半導体、量子ドットなど、様々な材料の開発が盛んに行われ、有機ELやLED、太陽電池、バイオ応用などの最先端分野で実用化されていますが、これらの材料の高性能、高効率化においてはその光物理的、光化学的パラメータを制御することが重要であり、蛍光（発光）寿命測定が威力を発揮します。

弊社のピコ秒蛍光寿命測定装置は、検出器として超高速現象を直接観測できるストリークカメラを用いて、800 fsの時間分解能での時間分解測定を実現したシステムです。フォトンカウンティング法を用いた超高感度を特長とすると共に、分光器と組み合わせて多波長同時計測が可能なので、ミリ秒～ピコ秒領域での時間分解スペクトルを追跡することができます。専用のソフトウェアを用いて機器を制御しますので、操作性にも優れています。

応用

- 光物理、光化学初期過程の研究
- 表面、界面等の微視的環境および動的構造の研究
- 高分子薄膜、LB膜、液晶、蒸着膜等の2次元系分子集合体の動的構造の研究
- 生体膜中におけるタンパク質の回転、並進拡散の研究
- 励起子ダイナミクスの研究および量子サイズ効果の研究
- 有機EL材料の時間分解蛍光及びりん光スペクトルの評価
- フォトニック結晶の研究
- その他、あらゆる分野における蛍光寿命測定による研究、評価、検査

多波長の蛍光寿命を同時に計測可能

特長

800 fsの高時間分解能を実現

時間分解能800 fsを実現したストリークカメラを使用しています。

多波長同時計測

測定波長域をスキャンすることなく多波長に渡る蛍光寿命測定を同時に行えるため、極めて短時間で時間分解スペクトルを得ることができます。

二次元フォトンカウンティング法を実現

フォトンカウンティング法による超高感度と、ストリークカメラ方式による多波長同時計測を実現しました。波長スキャンを行うことなく、多波長の蛍光現象を同時に計測できるため、微弱な蛍光現象を従来にない効率のよさで計測できます。

100 000 : 1以上のダイナミックレンジで計測

微弱な蛍光を100 000 : 1以上のダイナミックレンジで計測しますので、多成分の蛍光寿命の解析も精度よく行えます。

蛍光寿命を短時間でS/N良く計測

モードロックレーザと同期させ、75 MHz ~ 165 MHzの周波数でストリーク掃引が可能です。この高速繰り返し掃引による積算で、高S/Nな計測が短時間で行えます。

ピコ秒～ミリ秒までの蛍光現象をカバー

掃引時間は60 ps ~ 1 msまで調整でき、ピコ秒からミリ秒までの広範な寿命測定に対応します。

紫外～近赤外の波長域をカバー

目的に合わせ115 nm ~ 850 nm、200 nm ~ 850 nm、200 nm ~ 900 nm、280 nm ~ 920 nm、300 nm ~ 1600 nmの波長域に感度をもったストリークカメラを用意しています。

温度制御された半導体レーザピコ秒光源により、高精度な計測が可能

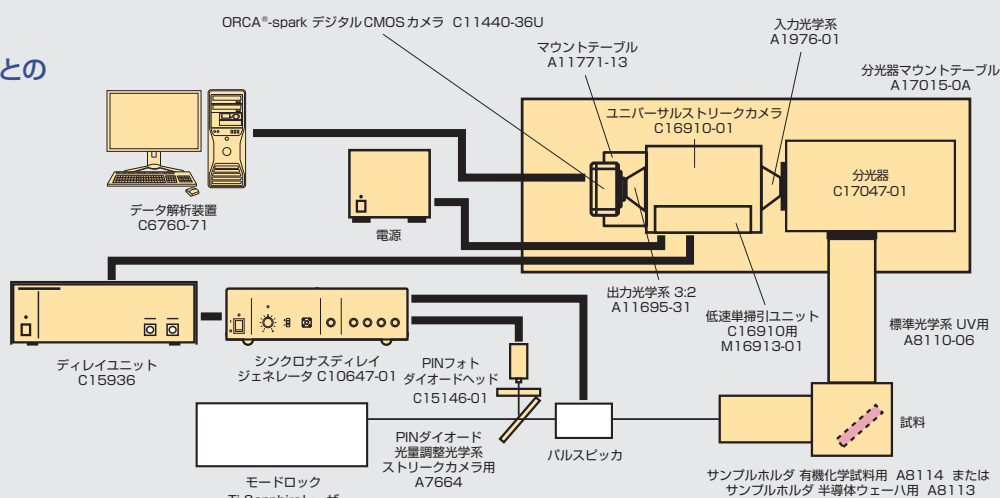
励起用光源として、375 nmなどの安定型PLP-10レーザダイオードヘッドを用意しています。もちろん、他の各種レーザを使用することもできます。

標準光学系を装備し、光学系の調整が容易

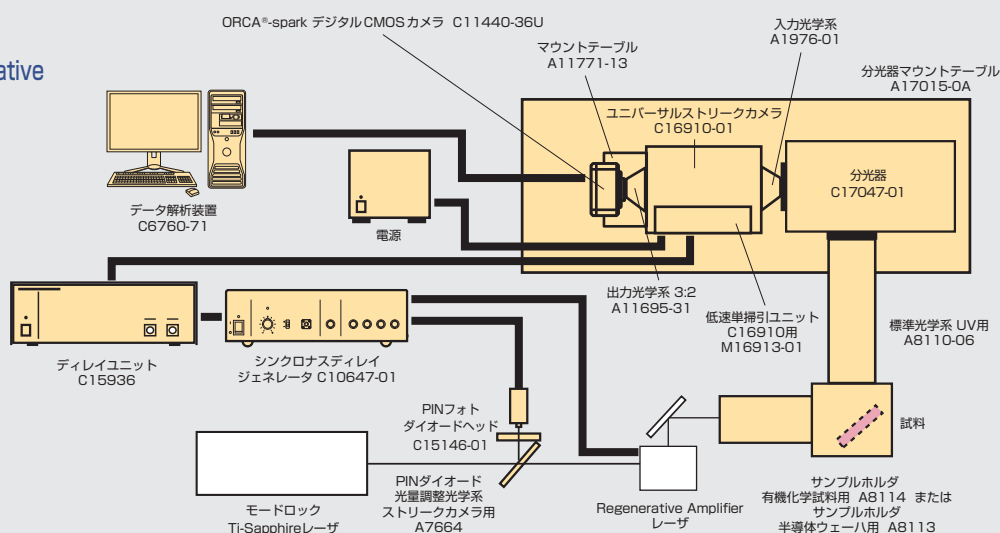
フレキシブルなシステム構築で多彩な蛍光現象に対応

システム構成例

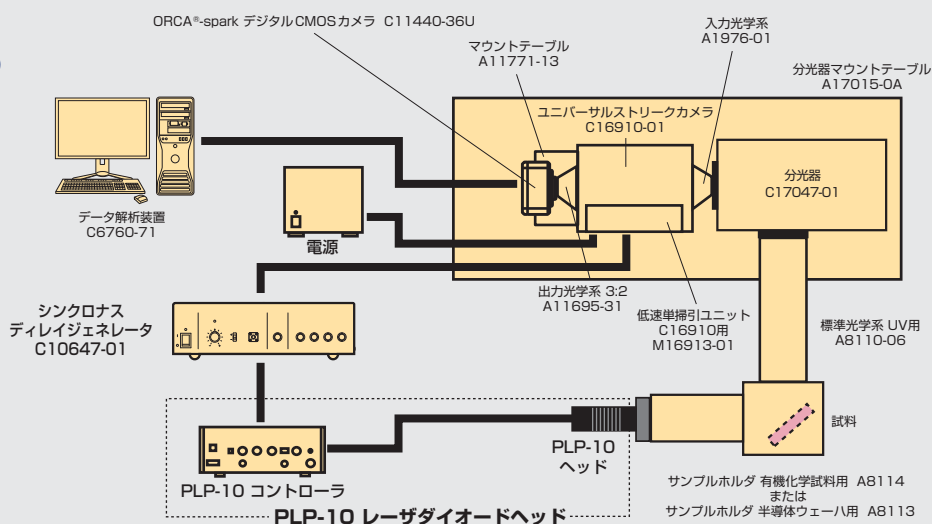
• モードロック Ti:Sapphireレーザとの 組み合わせ例



• モードロック Ti:Sapphire + Regenerative Amplifierレーザとの 組み合わせ例



• PLP-10 レーザダイオードヘッドとの 組み合わせ例

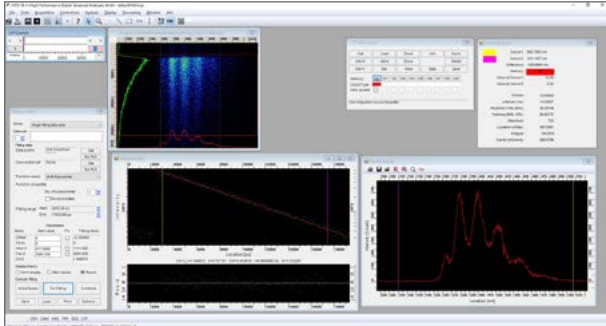


蛍光寿命計測ソフトウェアも充実

蛍光寿命計測ソフトウェア

U13313-02 (ソフトウェア HPD-TA+TA-FIT) により、Windows®上での計測が可能

計測画面



- ストリークカメラ、分光器、ディレイジェネレータの制御がPC上で操作可能

ストリークカメラ、分光器、及びディレイジェネレータ制御ウィンドウがPC上の前面に表示されているので、時間スケールやモニタ波長選択等の計測パラメータの変更を容易に行うことができます。Auto Delay機能の採用により、スケール変更ごとに各時間スケールでのタイミング調整をする必要がありません。

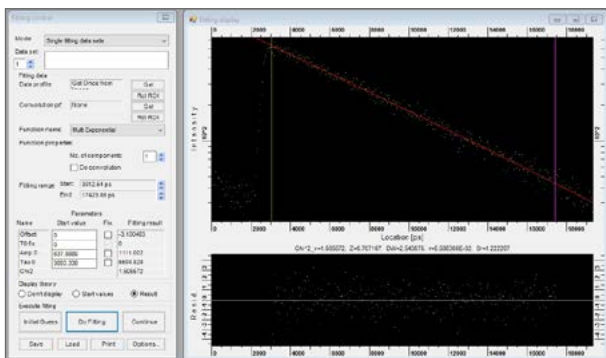
- MCPの電圧を自動的に最小にするAuto MCP機能を採用

過大光量入射時にストリーク管が受けるダメージのリスクを減らすため、ストリークカメラに過度の光量が入射した場合、MCPの電圧を自動的に最小にするAuto MCP機能を採用しました。

- 時間プロファイル、スペクトルをリアルタイム表示

モニタ画面上で時間プロファイル、またはスペクトルがリアルタイムに表示されます。計測時の時間スケール選択時や解析データ範囲を決定する際に便利な機能です。

寿命解析



- 最大5成分までの多成分解析可能

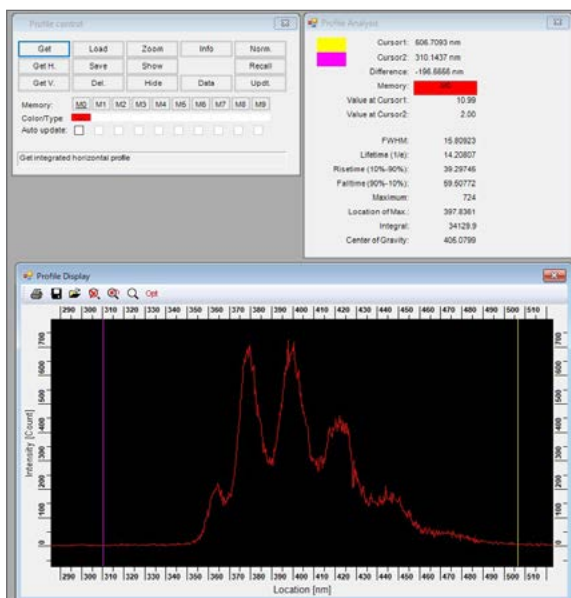
- 複数のデータを同一画面で解析可能

算出された各蛍光寿命値も同一画面上に表示されるので、比較解析が容易に行えます。

- デコンボリューション処理により、高精度な解析を実現

デコンボリューション処理により、精度の高い蛍光寿命解析を実現しました。りん光のような長寿命成分の解析には、デコンボリューション処理を行わないTail Fit機能を利用することもできます。

プロファイル解析



- 時間分解スペクトル表示

ストリークシステムの最大の特長である時間分解スペクトルの表示が可能です。

- スペクトルと蛍光減衰曲線の表示が可能

各プロファイルの半値幅 (FWHM)、ピーク位置、ピーク強度等の情報を表示することができます。

- 複数データの同一画面上への読み込みと比較が可能

ノーマライズ処理により、複数データの比較を簡単に行うことができます。

検出器にストリークカメラを採用

動作原理・機能・性能

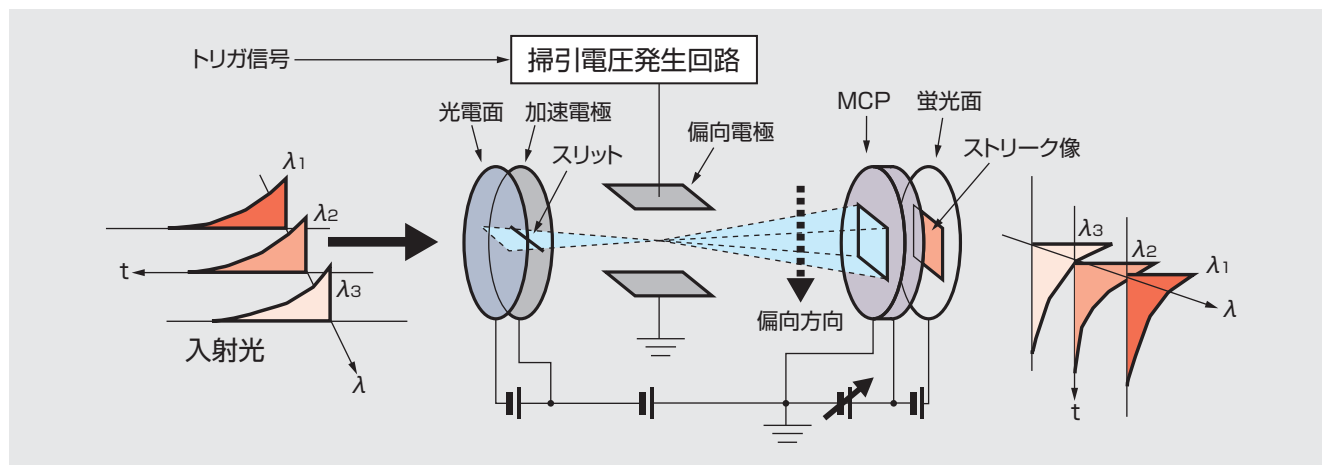


図1 ストリークカメラの動作原理

ストリーク法の原理

ストリークカメラを用いた蛍光寿命測定法（以下ストリーク法）の原理、特長について説明します。

ストリークカメラの心臓部はストリーク管とよばれる電子管です。

図1はストリークカメラの動作原理を模式的に表したものです。光電面上に入射した蛍光パルスは、入射した光子数に比例した数の光電子に変換されます。これら光電子は加速電極により加速され、一对の偏向電極の間を通過します。そこで、偏向電極の間を光電子が通過する瞬間に、高速掃引電圧を偏向板に印加し、光電子の軌道を上から下へ掃引します。掃引された光電子はマイクロチャンネルプレート（MCP）により電子増倍（最大増倍率： 10^4 ）され、蛍光面で光学像に変換されます。蛍光面上に生成された光学像をストリーク像とよびます。このようにして、時間軸を空間軸（縦軸）に変換することによって、光子が光電面に到達した時刻とその強度とをストリーク像の位置および輝度から知ることができます。さらに、光電面上の水平方向の位置情報はストリーク像の横軸方向に保存されていますので、分光器による分光像を光電面上に結像し、ストリーク掃引を行うことにより、縦軸が時間軸、横軸が波長軸、そして輝度が蛍光の強度に比例するストリーク像が得られます。こうして得られたストリーク像はストリーク管にファイバ結合されたCMOSカメラにより読み出されますが、S/Nのよいデータ計測を行うために読み出されたストリーク像は、コンピュータに内蔵されたフレームメモリ上で積算されます。その際、CMOSカメラの出力信号をそのまま画像積算するアナログ積算法と、信号とノイズとをしきい値の設定により分離し、信号のみを積算するフォトンカウンティング法（下記の原理を参照）の2通りで積算を行うことができます。このアナログ積算法とフォトンカウンティング法を使い分けることにより、何百回かの励起でやっと1個の光子が検出できるような極微弱な蛍光から、目視で確認できるような明るい蛍光まで、幅広い強度の蛍光を測定することが可能になりました。

ストリークカメラによるフォトンカウンティング法の原理

ストリーク管の光電面から放出される光電子はMCPにより高増倍率で増幅され、1個の光電子は蛍光面上において1個の輝点と

して観測されます。この光電子像はCMOSカメラで読み出され、A/D変換されますが、ストリーク管とCMOSカメラとの光学的な結合効率が良いこと、そしてCMOSカメラのノイズレベルが非常に低いことから、しきい値を境に光電子像とノイズとを明確に分離することができます。図2にその様子を示します。

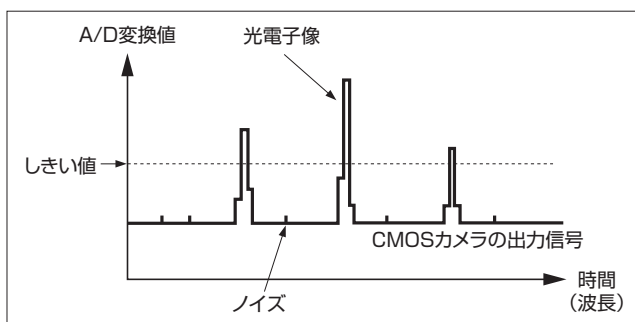


図2 光電子像とノイズの分離

そこで、しきい値により光電子像の位置を検出しメモリ上で積算することにより、ノイズの全くない高ダイナミックレンジ、高S/Nのデータ計測が可能となります。しかもこのフォトンカウンティング法は、2次元ストリーク像の全面に対して行われますので、同時に多波長のフォトンカウンティング計測が可能です。また、1回の励起で複数個の光電子が発生しても計数できます。したがって、時間分解分光スペクトルを測定する場合は、分光器の波長スキャンにより波長分解を行う時間相関単一光子計数法に比べ、2桁以上効率の良い、高感度な計測が行えます。

ストリークカメラの機能

ストリーク法の特長は、

1. 高い時間分解能
2. フォトンカウンティング積算による高ダイナミックレンジ、高S/Nの計測が可能
3. 多波長同時計測による蛍光寿命計測および時間分解分光スペクトルの計測が可能

という点にあります。

多波長同時にフォトンカウンティング計測が可能

● 高時間分解能

従来行われていた光電子増倍管を用いた時間相関単一光子計数法では、時間分解能が1 ns前後と低いばかりでなく、光電子増倍管のTTS（光電子の走行時間広がり）により波形が歪むため、ナノ秒以下の蛍光寿命計測や、蛍光の立ち上がり解析を精度良く行うことが困難でした。本システムの検出器として採用しているユニバーサルストリークカメラ C16910は、800 fs以下の時間分解能を有し、しかも、波形を歪ませることなく計測できます（図3に装置関数を示します）。つまり、装置関数が無視できるほど小さく、従来では困難であった数ピコ秒からナノ秒の蛍光解析や、蛍光の立ち上がり解析等を高精度に行うことができます。また、ストリークの掃引時間はフルスケールで60 psから1 msまで切り替えることができ、ピコ秒からミリ秒まで広範囲の蛍光寿命解析が可能です。

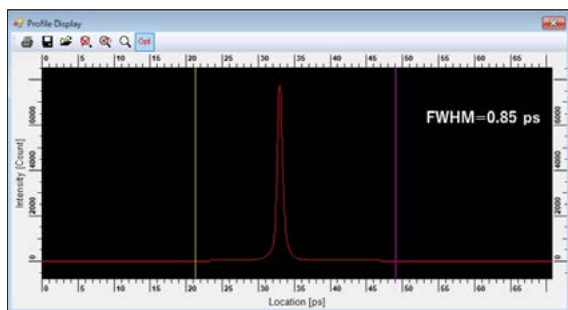


図3 ユニバーサルストリークカメラ C16910の装置関数

● フォトンカウンティングによる広いダイナミックレンジ、高S/N計測

ユニバーサルストリークカメラC16910は高時間分解能に加え、高感度、高ダイナミックレンジという特性も兼ね備えています。

フォトンカウンティング積算において、その検出限界光量を決定するのは光電面の暗電流（ノイズ）です。C16910の光電面暗電流は、従来の時間相関単一光子計数法に用いられている光電子増倍管に比べ3桁以上小さいため、微弱な蛍光でもS/Nよく測定できます。また、低暗電流のためノイズレベルが低く、100,000:1以上のダイナミックレンジが得られますので、多成分の蛍光寿命解析を精度良く行うことができます。また、蛍光強度が十分強く、フォトンカウンティング法では飽和してしまう場合、C16910ではフォトンカウンティング積算からアナログ積算に切り替えることにより、信号光を減光することなく効率のよい計測を行うことができます。

● 多波長同時計測

「ストリーク法の原理」で説明したように、C16910と分光器とを組み合わせることにより、同時に多波長の計測を行うことができます。従来の時間相関単一光子計数法では多波長の同時計測は不可能ですから、観測波長をスキャンしながら時間分解分光スペクトルの計測や多波長の蛍光寿命解析を行うため、その測定時間に数時間を要していました。C16910は、分光器の測定波長域をスキャンすることなく多波長にわたる蛍光寿命測定を同時に行えるため、極めて短時間で時間分解スペクトルを得ることができます。特に蛍光が微弱な場合、この効果は絶大です。

測定例

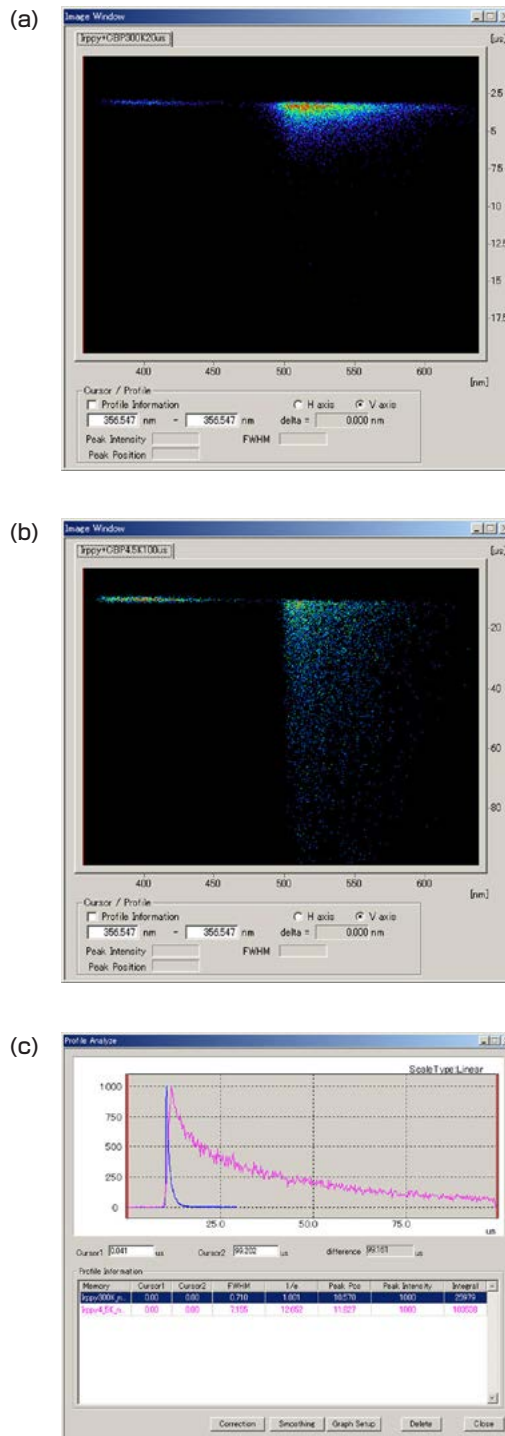


図4 有機ELりん光材料の一種

Tris (2-phenylpyridine) iridium (CBP膜上にドーブ) の (a) 300 Kにおける時間分解蛍光スペクトルのストリーク像

(b) 4.5 Kにおける時間分解蛍光スペクトルのストリーク像

(c) りん光減衰曲線：360 nm～450 nmに比較的短い発光寿命を持つ蛍光、470 nm～640 nmに長い発光寿命を持つりん光が見られ、それぞれ温度依存性を有している。例えば、りん光寿命（平均値）は、0.9 μ s (300 K：青線) から31.4 μ s (4.5 K：ピンク線) と温度の低下に伴い長くなっています。

データ提供：九州大学 最先端有機光エレクトロニクス研究センター
安達 千波矢 様

目的に合わせ最適なシステムを構築可能

構成・仕様

1 励起光源

PLP-10

YAGレーザー

その他レーザー

2 光学系

溶液試料及び
フィルム測定用光学系

シングルファイバ光学系

ウェーハ測定用光学系

PINダイオード光量調整
光学系

サンプルホルダ

3 分光器

分光器

分光器マウントテーブル

4 検出器 + 入力光学系 + 出力光学系 + 読み出しカメラ

入力光学系

ユニバーサル
ストリークカメラ

出力光学系

ORCA[®]-Flash4.0 V3
デジタルCMOSカメラ

ORCA[®]-spark
デジタルCMOSカメラ

マウントテーブル

5 データ解析装置

データ解析装置

6 周辺機器

シンクロナス
ディレイジェネレータ

PINダイオードヘッド

ディレイユニット

デジタル
ディレイジェネレータ

標準品

オプション

励起光源、光学系、分光器など豊富な構成品を用意

1 励起光源

サンプル励起用の各種パルス光源を用意しています。

● PLP-10 レーザダイオードヘッド M10306

PLP-10は、温度制御された半導体レーザーを用いたピコ秒パルス光源で、長時間にわたり安定したピコ秒パルス光を発生します。



種類	半導体レーザー (温度制御付き)
発振波長 *	375 nm、405 nm、445 nm、465 nm、483 nm、510 nm、655 nm、785 nm
出力光パルス幅 (typ.)	50 ps~130 ps
繰り返し周波数	~100 MHz
ピークパワー (typ.)	50 mW~600 mW (発振波長により異なります)

※これらの波長より1波長を選択します。

● その他の励起光源

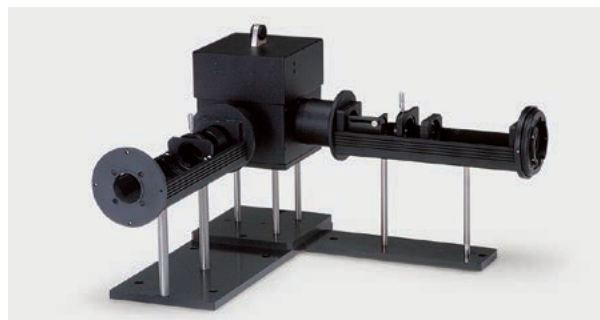
上記PLP-10の他、チッ素レーザー励起色素レーザー、半導体レーザー励起QスイッチYAGレーザー、モードロックレーザーなど、測定試料に合わせて各種励起光源が使用可能です。また、お手持ちのレーザー光源を使用することもできますので、ご相談下さい。

2 光学系

溶液試料、固体試料用の光学系が用意されています。下記の中から、測定される試料に合わせてお選び下さい。また、顕微鏡も使用可能です。顕微鏡用励起光導入アダプタ、ファイバ光学系を用意しています。なお、試料の冷却温度制御が必要な場合はご相談下さい。

型名	製品名
A8110-06	標準光学系 UV用
A8112-02	サンプルホルダ DNクライオスタット用
A8113	サンプルホルダ 半導体ウェーハ用
A8114	サンプルホルダ 有機化学試料用
A7664	PINダイオード光量調整光学系 ストリークカメラ用
A17058-01	ファイバアダプタ

※上記以外にも測定試料に合わせた光学系を設計作成致します。
また、お手持ちの光学系を使用することも可能です。



▲ 標準光学系 UV用 A8110-06 + サンプルホルダ 有機化学試料用 A8114



▲ サンプルホルダ
半導体ウェーハ用 A8113

3 分光器

● 分光器 C17047-01

C17047-01は、F/3.6のツェルニターナ型分光器です。非点収差補正の光学系を使用しているため、検出器への集光効率が高く、高感度な計測が可能です。C17047-01には、20種類以上のグレーティングが用意され、同時に2枚のグレーティングを装着することが出来ます。USBインターフェースを介してコンピュータからグレーティングの切り替え、観測中心波長の設定が可能です。

光学配置	ツェルニターナ型
焦点距離	193 mm
F 値	3.6
グレーティング同時搭載枚数	2枚
逆線分散	3.53 nm/mm



● グレーティング (代表例)

型名	刻線数	ブレース波長	同時観測波長範囲	波長分解能
A17048-005-060	50 L/mm	600 nm	約440 nm	約6.6 nm
A17048-010-078	100 L/mm	780 nm	約220 nm	約3.3 nm
A17048-015-050	150 L/mm	500 nm	約140 nm	約2.1 nm
A17048-030-050	300 L/mm	500 nm	約72 nm	約1.1 nm
A17048-060-050	600 L/mm	500 nm	約35 nm	約0.52 nm

● フィルターホイール M17059-01 (ロングパスフィルタ3種付)

● ターレット Andor分光器 Kymera-193i用 A17057-01 (C17047-01用)

● 分光器マウントテーブル A17015-0A

分光器とユニバーサルストリークカメラ C16910をマウントするためのマウントテーブルです。

4 検出器・入力光学系・出力光学系・読み出しカメラ

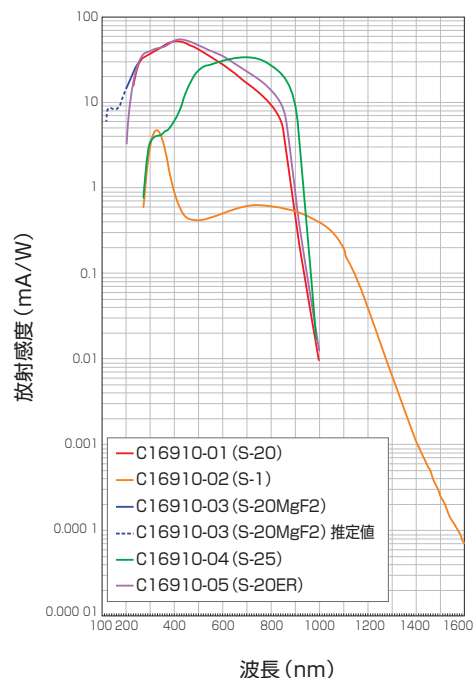
時間分解能800 fsを実現した超高速光検出器 ユニバーサルストリークカメラ C16910を標準採用しています。最大165 MHzの掃引繰り返しにより、微弱な蛍光を高速積算し、高S/Nで観測します。C16910の制御は、すべてデータ解析装置により行われます。



● ユニバーサルストリークカメラ C16910

感度波長域	C16910-01	200 nm ~ 850 nm
	C16910-02	300 nm ~ 1600 nm
	C16910-03	115 nm ~ 850 nm
	C16910-04	280 nm ~ 920 nm
	C16910-05	200 nm ~ 900 nm
時間分解能	800 fs FWHM 以下 (シンクロスキャンユニット最速レンジにて)	
	20 ps FWHM 以下 (低速単掃引ユニット最速レンジにて)	
最大繰り返し周波数	165 MHz (シンクロスキャンユニット使用時)	
	4 MHz (低速単掃引ユニット 最速レンジ使用時)	
掃引時間	60 ps, 200 ps, 600 ps, 1200 ps, 2083 ps (シンクロスキャンユニット 80 MHz使用時)	
	1.2 ns, 2 ns, 5 ns, 10 ns, 20 ns, 50 ns, 100 ns, 200 ns, 500 ns, 1 μs, 2 μs, 5 μs, 10 μs, 20 μs, 50 μs, 100 μs, 200 μs, 500 μs, 1 ms	

【ユニバーサルストリークカメラ C16910の分光感度特性】



【時間分解能 代表例 (FWHM)】

波長800 nm、光電面中心においての数値です。光源のジッタは含みません。

ストリークカメラ 本体	C16910-01 S-20	C16910-02 S-1	C16910-03 S-20MgF2	C16910-04 S-25	C16910-05 S-20ER
M16911-01	< 800 fs	< 1.5 ps	< 800 fs	< 4 ps	< 800 fs
M16911-03	< 2 ps			< 4 ps	< 2 ps
M16913-01	< 20 ps				

● ORCA®-Flash4.0 V3 デジタルCMOSカメラ C13440-20CU
ストリークカメラ用読み出しカメラの標準モデルです。読み出しノイズ、読み出し速度ともに、優れた性能を持ちます。

有効画素数	2048 (H) × 2048 (V)
画素サイズ	6.5 μm (H) × 6.5 μm (V)
有効素子サイズ	13.312 mm (H) × 13.312 mm (V)
使用画素数	1280 (H) × 968 (V)
蛍光面上有効視野	12.48 mm (H) × 9.44 mm (V)
露光時間	1 ms ~ 10 s スタンダードスキャン内部同期モード (全画素読み出し時)
読み出し速度	100フレーム/秒 スタンダードスキャン (全画素読み出し, Camera Link)
デジタル出力	16 bit
電源	AC 100 V ~ AC 240 V, 50 Hz/60 Hz
消費出力	約120 VA

● ORCA®-spark デジタルCMOSカメラ C11440-36U
ストリークカメラ用読み出しカメラの低価格モデルです。読み出しノイズ、読み出し速度ともに、バランスの取れた性能を持ちます。

有効画素数	1920 (H) × 1200 (V)
画素サイズ	5.86 μm (H) × 5.86 μm (V)
有効素子サイズ	11.25 mm (H) × 7.03 mm (V)
使用画素数	1408 (H) × 1072 (V)
蛍光面上有効視野	12.39 mm (H) × 9.44 mm (V)
露光時間	26.17 μs ~ 10 s 内部同期モード
読み出し速度	64.9フレーム/秒 全画素読み出し時
デジタル出力	12 bit
電源	DC +12 V
消費出力	約 20 VA



▲ORCA®-Flash4.0 V3 デジタルCMOSカメラ
C13440-20CU



▲ORCA®-spark デジタルCMOSカメラ
C11440-36U

● 入力光学系 A1976-01

分光透過域	200 nm ~ 1600 nm
有効F値	5.0
スリット幅	0 mm ~ 5 mm
スリット幅読み取り精度	5 μm
全長 (はめあい部を除く)	98.2 mm

● 出力光学系 3:2 A11695-31

ユニバーサルストリークカメラ C16910と読み出しカメラをカップリングするためのレンズ光学系です。

像倍率	3:2
有効F値	2.0

● マウントテーブル A11771

ストリークカメラ用読み出しカメラをマウントするためのマウントテーブルです。

A11771-13	C16910 + ORCA®-Flash4.0 V3用
A11771-14	C16910 + ORCA®-spark用

5 データ解析装置 C6760-70、-71

専用ソフトウェア (U13313-02) によりストリークカメラ、分光器、周辺機器を制御し、蛍光寿命解析を行います。フィッティング処理による5成分解析が可能です。

※Windows® OS対応

制御機能	●ユニバーサルストリークカメラ C16910 - 時間軸設定 - ゲイン設定 - シャッタ制御 ●分光器 C17047-01 - 中心波長設定 - グレーティング選択
データ積算機能	フォトンカウンティング積算 (Peak Detection、Center of gravity) アナログ積算
補正・校正機能	時間軸校正 (出荷時校正済) 波長軸校正 (オプションの校正用光源必要) 暗電流補正 感度ムラ補正 (オプションの校正用光源必要)
データ解析機能	フィッティング処理による最大5成分指数関数解析 プロファイル解析 (波長軸、時間軸)
インターフェース	Camera Link (C6760-70) USB 3.0 (C6760-71)

6 周辺機器

●シンクロナスディレイジェネレータ C10647-01

Ti-sapphireレーザとパルスピッカを組み合わせて使用する際、レーザの繰り返しと同期したジッタの少ないトリガ信号を作るために使用します。また、PLP-10とストリークカメラの動作タイミング調整用にも使用します。



- トリガモード
INTERNALモード、EXTERNALモード、DUMPモード
- 入力信号、出力信号

Mode-lock IN	入力信号周波数	10 MHz~200 MHz
	入力信号レベル	0 dBm~15 dBm
	インピーダンス	50 Ω
TRIG.IN	入力信号周波数	0 Hz~16 MHz
	入力信号レベル	+0.25 V~+3.3 V
	インピーダンス	50 Ω/High Z (10 kΩ)
OUTPUT A	出力信号レベル	2 V
	インピーダンス	50 Ω
OUTPUT B、C、D	出力信号レベル	2.5 V
	インピーダンス	50 Ω
インターフェース	RS-232C	

●PIN フォトダイオードヘッド C15146-01

レーザ光の一部を入射させることにより、レーザ光と同期したトリガ信号を得ることができ、タイミングジッタの少ない高時間分解な計測を可能にします。主にモードロックレーザを励起光源とする場合に使用されます。

光入力信号周波数	74 MHz ~ 100 MHz
推奨光入力レベル	約2.0 mW (平均パワー)
標準出力信号レベル	約2.0 V (peak to peak) (typ.) (50 Ω、光入力レベル 2.0 mW)

●ディレイユニット C15936

ストリークカメラとパルスレーザのタイミングを合わせるためのディレイユニットです。USBによる接続になります。



ディレイ可変範囲	0 ns~31.96 ns
ディレイ設定レンジ	30 ps、60 ps、120 ps、250 ps、500 ps、 1 ns、2 ns、4 ns、8 ns、16 ns
インターフェース	USB 3.0

●デジタルディレイジェネレータ DG645 C13430-02

ストリークカメラとパルスレーザのタイミングを合わせるための汎用型のディレイジェネレータです。

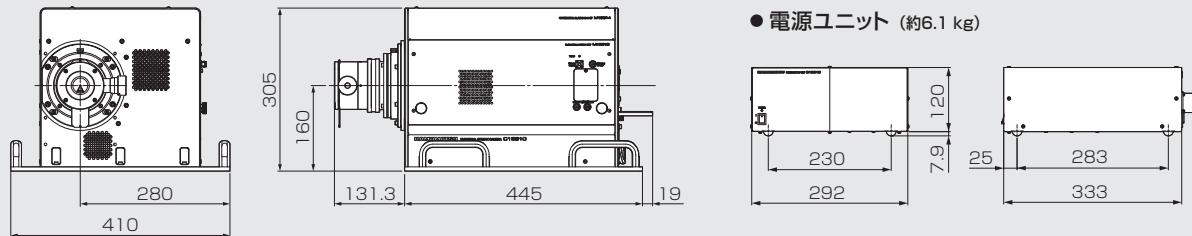


出力チャンネル数	4 ch (AB、CD、EF、GH出力端子)
出力レベル	0.5 V ~ 5 V、50 Ω
ディレイ設定範囲	0 ps ~ 2000 s
ディレイ分解能	5 ps
内部ディレイ時間	85 ns
繰り返し周波数	Single ~ 10 MHz
ジッタ	< 25 ps rms
インターフェース	GPIB / RS-232C

外形寸法図

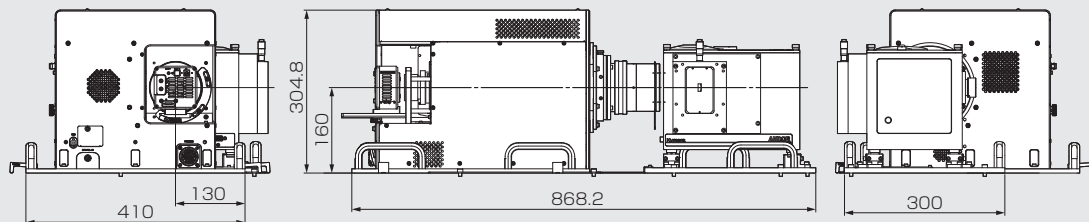
(単位：mm)

- ユニバーサルストリークカメラ C16910 + ORCA®-spark デジタルCMOSカメラ C11440-36U
+ 入力光学系 + 出力光学系 + 低速単掃引ユニット + 水平ブランキングユニット + マウントテーブル (約28 kg)

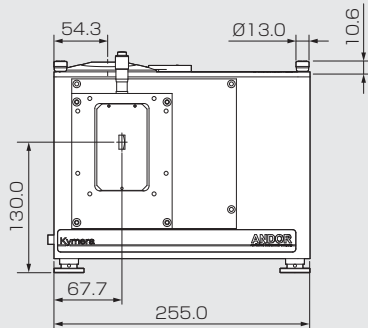


- 電源ユニット (約6.1 kg)

- ユニバーサルストリークカメラ C16910 + 読み出しカメラ + 分光器 + 分光器マウントテーブル (約50 kg)



- 分光器 C17047-01 f=193 mm (約7.5 kg)



- ORCAは、浜松ホトニクス(株)の登録商標です。
- Windowsは、米国Microsoft Corporationの米国、日本およびその他の国における登録商標または商標です。
- カタログに記載の測定データにおけるご提供者の氏名・所属等は、現在と異なる場合があります。
- カタログに記載の分光感度特性グラフは代表例を示すもので、保証するものではありません。
- カタログに記載の測定例は代表例を示すもので、保証するものではありません。
- カタログの記載内容は2023年12月現在のものです。本内容は改良のため予告なく変更する場合があります。

浜松ホトニクス株式会社

www.hamamatsu.com

- 仙台営業所 〒980-0021 仙台市青葉区中央 3-2-1 (青葉通プラザ 11 階)
- 東京営業所 〒100-0004 東京都千代田区大手町 2-6-4 (常盤橋タワー 11 階)
- 中部営業所 〒430-8587 浜松市中区砂山町 325-6 (日本生命浜松駅前ビル)
- 大阪営業所 〒541-0052 大阪市中央区安土町 2-3-13 (大阪国際ビル 10 階)
- 西日本営業所 〒812-0013 福岡市博多区博多駅東 1-13-6 (いちご博多イーストビル 5 階)

- TEL (022) 267-0121 FAX (022) 267-0135
- TEL (03) 6757-4994 FAX (03) 6757-4997
- TEL (053) 459-1112 FAX (053) 459-1114
- TEL (06) 6271-0441 FAX (06) 6271-0450
- TEL (092) 482-0390 FAX (092) 482-0550

- システム営業推進部 〒431-3196 浜松市東区常光町 812 TEL (053) 431-0150 FAX (053) 433-8031

Cat. No. SHSS0008J11
DEC/2023 HPK