小型蛍光寿命測定装置 C16361 シリーズ

Quantaurus-Tau®

HAMAMATSU

PHOTON IS OUR BUSINESS

Quantaurus-Tau®（小型蛍光寿命測定装置）は、サブナノ秒～ミリ秒の蛍光寿命を測定する装置です。試料をサンプル室にセットし、計測ソフトウエアに数項目の指示を入れるだけの簡単操作で、高精度な蛍光寿命・PLスペクトルを短時間で測定することができます。基本的な測定ならば、わずか60秒ほどで解析結果までを導き出すことが可能です。

● 簡単・短時間で蛍光寿命測定

試料をサンプルホルダに入れ装置にセットし、測定条件（数項目）の指示を入れるだけで簡単・短時間で蛍光寿命を測定します。

● ７種類の波長の励起光源を標準搭載

280 nm、340 nm、365 nm、405 nm、470 nm、590 nm、630 nmの７種類の励起光源を標準搭載し、ソフトウエア上で選択・切り替えることが可能です。

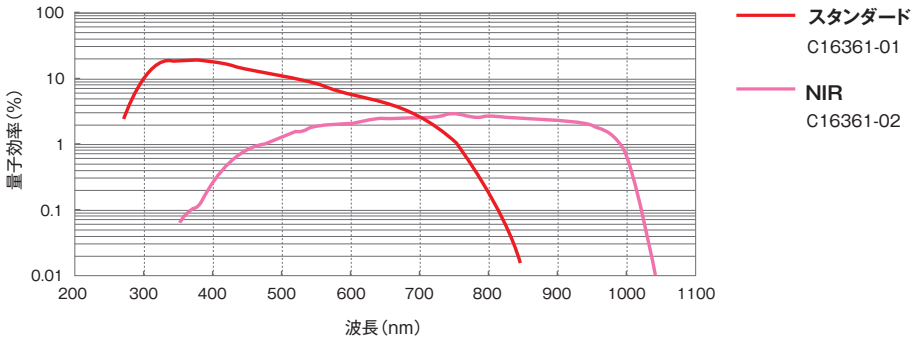
● 溶液・粉末・固体・薄膜のサンプルに対応

溶液・粉末・固体・薄膜のサンプルに対応、サンプルの形状に対応したサンプルホルダを簡単に交換することができます。

● ２タイプの検出器を用意

測定対象に合わせ、スタンダードタイプ・近赤外対応タイプの２つの検出器を用意しています。

検出器分光感度



多岐にわたる蛍光寿命測定に対応しています。

有機材料や蛍光プローブの蛍光スペクトルは、ピーク波長や蛍光強度など、材料の機能や特性を制御、評価する上で、重要なパラメータとなっています。しかし、蛍光スペクトルは時間的に積分された情報を取得するため、材料に複数の物質や反応系が含まれる場合には、それらが積分された情報しか得ることができません。このような場合、時間軸というパラメータに着目し、発光ダイナミクスを観測することが有効になります。これは、一般に蛍光寿命測定と呼ばれ、物質がパルス光により光励起された後に基底状態に戻るまでの時間を、サブナノ秒～ミリ秒の時間領域で測定するものです。これにより、同じ波長でも蛍光寿命の異なるものが複数存在し、存在比率がどれほどであるかなど、より多くの情報を得ることが可能になります。

蛍光寿命測定における基本性能

- **フォトンカウンティング法による高感度計測**（TCSPC※）
  ※Time Correlated Single Photon Counting（時間相関単一光子計数法）
- **100 ps～の時間分解能**（デコンボリューションによる）
- **極低温**（−196 ℃）**での測定が可能**（オプション）
  （対象：溶液）
- **りん光計測**（オプション）
- **蛍光スペクトル測定**

蛍光寿命の応用分野

蛍光寿命の応用は多岐に渡りますが、代表的なものとして、有機金属錯体の分子内、分子間電子移動やエネルギー移動反応、有機EL素子の開発に欠かせない材料の蛍光やりん光寿命計測、蛍光蛋白質のFRET（エネルギー移動）、太陽電池やLED用の化合物半導体の良否判定等があります。

測定手順を考慮した計測ソフトウエアにより、簡単・短時間で測定が可能です。

サンプルホルダをセッティング
（溶液・粉末・固体・薄膜に対応）

サンプル
溶液　粉末　固体　薄膜

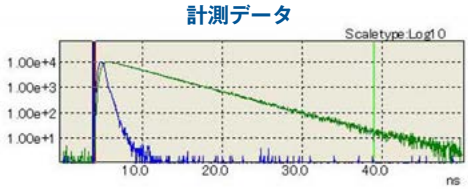
測定条件を入力

光量は自動調整

計測を開始

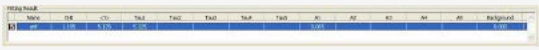
成分数を設定

計測データ



ワンクリックで自動解析
デコンボリューションフィッティング処理

溶液標準試薬 アントラセン溶液（QY=0.27）の蛍光寿命測定では、サンプル計測開始から**約60秒**※ で解析結果を算出　※ IRF（装置応答関数）を予め測定してある場合



解析結果　蛍光寿命、成分比、χ^2を表示

- 5成分までの多成分処理が可能
- 複数データを同時に同一画面で比較可能
- 時間プロファイル、スペクトルをリアルタイム表示

多成分解析のパラメータを設定

データとIRF（装置応答関数）のフィッティング範囲をそれぞれに指定

IRFのシフト量を設定

マニュアルでの解析も可能

- サブナノ秒からミリ秒オーダーの様々な寿命成分を多角的に解析可能
- Rise時間の解析
- スペクトル解析もモノクロメータの制御により可能

多成分の蛍光寿命同時計測や多サンプルデータ比較など多彩な計測・解析機能を装備しています。

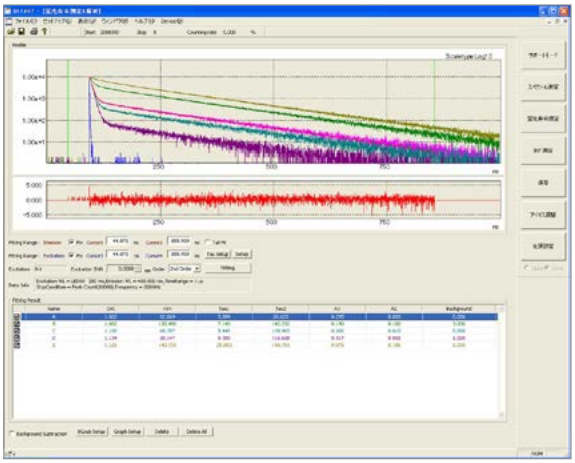
● 多成分の蛍光寿命解析/比較

- **5成分までの多成分解析が可能**
  蛍光寿命の測定においては、複数成分における寿命成分減衰曲線の和として現象が観測されることが多くあります。専用ソフトによる解析により、それぞれの成分の蛍光寿命値と成分比が簡単に計算できます。

- **デコンボリューション処理により、高い精度での解析を実現**
  デコンボリューション処理によりIRF（装置応答関数）よりも速い寿命の解析が可能になります。また、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。

- **時間プロファイル、スペクトルをリアルタイム表示**
  計測中、時間プロファイルまたはスペクトルがリアルタイム表示されます。計測時の時間スケールや解析データ範囲を決定する際に便利な機能です。

● 多サンプルの蛍光寿命解析/比較



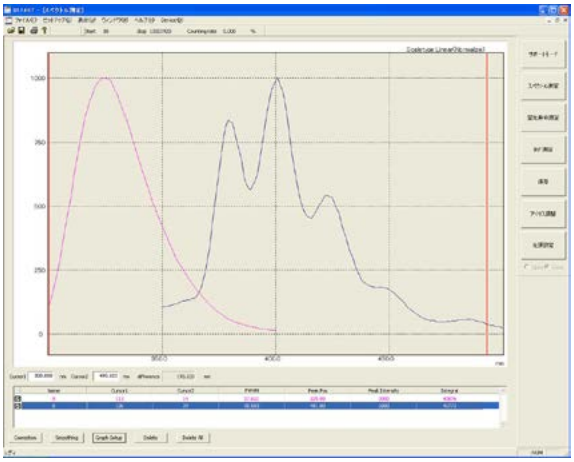
- **複数のデータを同一画面で解析可能**
  各データを同じ画面上に表示できるので、サンプル間の蛍光寿命の違いを一目で確認することが可能です。

- **同じフィッティング条件での比較**
  フィッティング範囲や適用するIRF（装置応答関数）、パラメータの設定を複数のサンプルに適用し、同じ条件で比較解析が可能です。

- **グラフセットアップによりグラフを編集可能**
  比較解析画面のグラフ各軸の範囲は任意に変更できるので、目的に応じてデータの編集が可能です。強度のノーマライズにも対応できます。

- **取得データは、簡単にテキストデータとして保存**
  データは、コピー/ペーストにより、簡単にグラフ解析ソフトにテキストデータとして移行できます。

● 多サンプルのPLスペクトル解析/比較



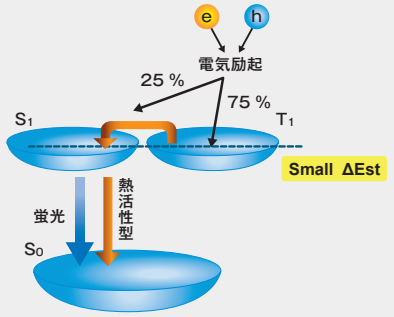
- **時間分解スペクトル表示**
  スペクトルの時間変化を解析するための時間分解スペクトルの表示が可能です。

- **スペクトルと蛍光減衰曲線のプロファイル情報を表示**
  各プロファイルの半値幅（FWHM）、ピーク位置、ピーク強度の情報を表示することができます。

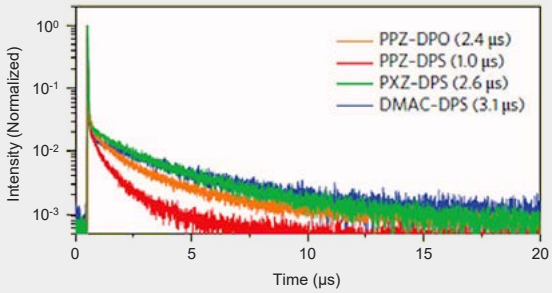
- **複数データの同一画面上への読み込みと比較が可能**
  ノーマライズ処理により、複数データの比較を簡単に行うことができます。

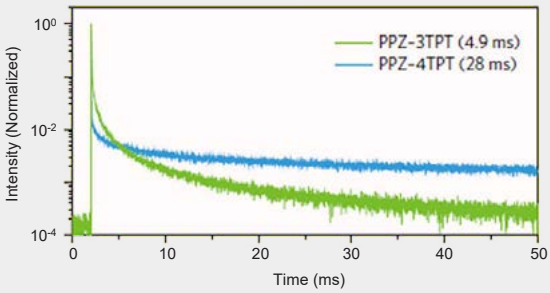
長年の蛍光寿命測定の実績により、幅広い分野で多くのユーザーに使用されています。

青色有機LED材料からの熱活性化遅延蛍光

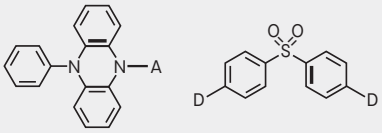


熱活性化遅延蛍光（TADF：Thermally activated delayed fluorescence）は、りん光材料に代わる高効率、安価な第３世代有機EL材料として注目されています。
下図は、青色TADF材料の発光寿命測定例です。高効率化を達成するためには、励起一重項（S_1）状態と励起三重項（T_1）状態のエネルギーギャップを小さくする分子設計が重要とされています。





TADF材料においては、S_1状態とT_1状態のエネルギー差ΔE_{ST}の小さい分子の遅延蛍光がマイクロ秒オーダーであるのに対し、ΔE_{ST}の大きな分子の遅延蛍光はミリ秒オーダーと長くなっていることが観測されました。

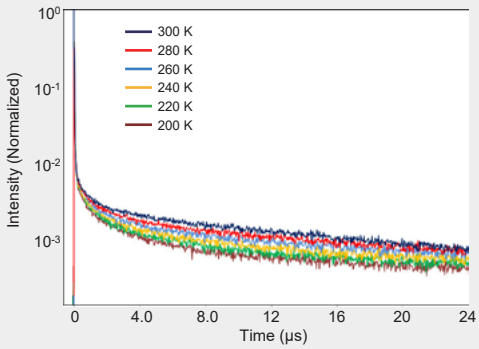


A= PPZ-DPO, PPZ-3TPT, PPT-4TPT D=PPZ-DPS, PXZ-DPS, DMAC-DPS	PPZ: 5-phenyl-5,10-dihydrophenazine DPO: 2,5-diphenyl-1,3,4-oxadiazole TPT: 3,4,5-triphenyl-1,2,4-triazole DPS: diphenylsulphone PXZ: phenoxazine DMAC: 9,9-dimethyl-9,10-dihydroacridine

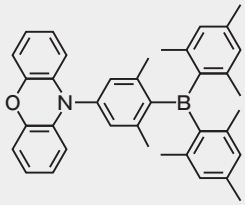
データ提供：　九州大学　最先端有機光エレクトロニクス研究センター　安達 千波矢 様、中野谷 一 様

Q. Zhang, B. Li, S. Huang, H. Nomura, H. Tanaka and C. Adachi, *nature photonics*. **8**, 326 (2014)

熱活性化遅延蛍光（TADF）材料　発光寿命の温度依存性



Temperature dependence of transient PL decays of triarylboron-based OLED emitter doped in CBP (16 wt%).



TADF材料となるトリアリルボロン化合物の発光寿命の温度依存性を測定した例です。有機LED材料として代表的なりん光材料においては、温度上昇に伴ってりん光成分の割合が減少するのに対し、TADF材料においては、温度上昇に伴い、遅延蛍光成分が増加し、遅延成分の熱による活性化が認められました。温度依存性の測定は、クライオスタットを組み合わせて行いました。

データ提供：　京都大学　化学研究所　梶 弘典 様、若宮 淳志 様、鈴木 克明 様
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

K. Suzuki, S. Kubo, K. Shizu, T. Fukushima, A. Wakamiya, Y. Murata, C. Adachi, H. Kaji, *Angew chem. Int. Ed.* **54**, 15231 (2015).

量子収率測定装置もラインアップ。
同じサンプルでの多角的な材料評価が可能です。

蛍光寿命と蛍光量子収率

物質が基底状態から励起状態に光励起され、再び基底状態に戻る遷移過程には二通りあります。一つは、蛍光やりん光などの発光放出を行う輻射過程、もう一つは熱として失活する無輻射過程です。輻射過程の速度定数をk_f、無輻射過程の速度定数をk_{nr}とすると、蛍光寿命 τ は、以下の式で定義されます。

$$k_f + k_{nr} = 1 / \tau$$

これに対して、発光量子収率 ϕ は、分子がある波長の光を吸収して蛍光を放出する場合の、吸収したフォトン数（PN_{abs}）に対して分子から放出される発光フォトン数（PN_{em}）の割合として定義されます。

$$\phi = PN_{em} / PN_{abs}$$

発光量子収率 ϕ は、

$$\phi = k_f / (k_f + k_{nr})$$

とも表すことができるので、蛍光寿命 τ と量子収率 ϕ には、次のような関係が成り立ち、両者は材料の発光を制御する上で、重要なパラメータとなっています。

$$k_f = \phi / \tau$$

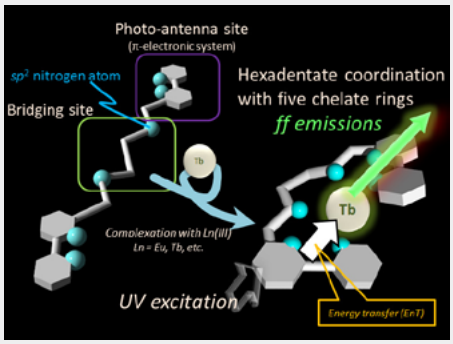
小型蛍光寿命測定装置
C16361シリーズ

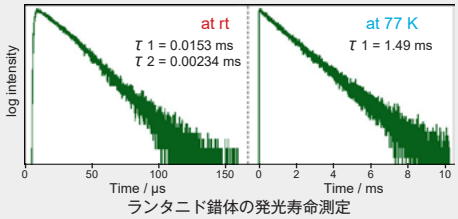
絶対PL量子収率測定装置
C11347シリーズ

発光材料の多角的な評価が可能

浜松ホトニクスでは、Quantaurusシリーズとして、蛍光寿命測定用にQuantaurus-Tau®を、量子収率測定用にQuantaurus-QY®をラインアップしています。Quantaurusシリーズの2製品を揃えることにより、同じサンプルでの蛍光寿命と量子収率データの多角的な解析が可能です。

ランタニド錯体のff発光特性





ランタニド錯体の発光寿命測定

高い発光性能を有するランタニド化合物は、OLEDや太陽電池、センサなど各種機能性材料としての応用が期待されています。
ビピリジン骨格を有する一連のランタニド錯体の発光寿命をアセトニトリル溶液（室温）、固体（室温、77 K）の状態で測定しました。
配位子の励起三重項レベルと中心金属のエネルギーレベル間のエネルギー移動において、熱平衡のあるTb^{III}錯体においては、温度による発光寿命（τ）、量子収率（QY）の顕著な違いが確認されました。

		Temp.	τ [ms](amp.)	QY[a] [%]
EuL	In the solid state	rt	1.27 (1.0)	52.6 (±1.4)
		77 K	1.35 (1.0)	63.5 (±2.7)
	In acetonitrile	rt	1.55 (1.0)	12.0 (±0.5)
TbL	In the solid state	rt	0.0153 (0.96) 0.00234 (0.04)	1.0 (±0.2)
		77 K	1.49 (1.0)	91.5 (±1.4)
	In acetonitrile	rt	n.d.	≈ 0

[a] The values of Ln emission were based on the ligand excitation, and observed with Absolute PL quantum yield spectrometer C9920-02.

L: Ligand
amp.: amplitude
rt: room temperature

データ提供： 青山学院大学　長谷川 美貴 様

M. Hasegawa, H. Ohtsu, D. Kodama, T. Kasai, S. Sakurai, A. Ishii, and K. Suzuki, *New J. Chem.*, **38**, 1225 (2014)

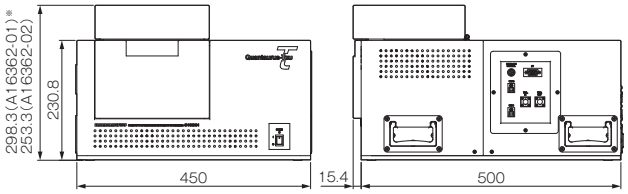
仕様

型名	C16361-01	C16361-02
検出器タイプ	スタンダード	NIR
蛍光測定波長範囲	300 nm ～ 800 nm	380 nm ～ 1030 nm
励起光源	LED光源7種 （280 nm、340 nm、365 nm、405 nm、470 nm、590 nm、630 nm）	
励起波長切り替え	ソフトウエア制御	
分光器	ツェルニターナ型モノクロメータ	
測定時間レンジ	4 ns ～ 10 s / full scale	
りん光計測時間レンジ	200 μs ～ 10 s / full scale（オプション）	
りん光計測励起波長	280 nm、340 nm、365 nm、405 nm、442 nm、470 nm、589 nm、632 nm、1000 nm のバンドパスフィルタから選択 （オプション）	
時間軸チャンネル	512 ch、1024 ch、2048 ch、4096 ch	
総合時間分解能	＜ 1.0 ns FWHM （590 nm LED使用時、IRFにおいて）	
解析機能	最大5成分までの指数関数Fittingによる蛍光寿命解析、スペクトルの解析	
解析装置環境	Windows®11 Pro	

オプション

	型名	品名	内容
サンプル室	A16362-01	サンプル室 溶液試料計測用	溶液サンプル、薄膜サンプルを測定するためのサンプル室です。
	A16362-02	サンプル室 固体試料計測用	粉末サンプル、薄膜サンプルを測定するためのサンプル室です。
	A11797-02	サンプル室 極低温計測用	極低温計測用サンプルホルダ A11238-04と組み合わせて使用するサンプル室です。
	A12268-01	サンプル室 cryostat Optistat DN用	オックスフォード・インストゥルメンツ製 Optistat DN2 に対応したサンプル室です。
サンプルホルダ	A11238-04	サンプルホルダ 極低温計測用	溶液サンプルを液体窒素冷却するために使用します。Quantaurus-QY® 共用可能です。
	A11238-05		溶液サンプルを液体窒素冷却するために使用します。Quantaurus-QY® Plus共用可能です。
サンプル容器 溶液用	A10095-02	枝付セル（3本）	3本1セットです。
	A10095-04	サンプルチューブ 極低温計測用（5本）	液体窒素温度で溶液サンプルを計測する場合に利用します。5本1セットです。（内径 φ6 mm）
サンプル容器 粉末用	A10095-01	シャーレ フタ無（5個）	粉末を計測する場合に利用します。蛍光発光を抑えた合成石英製で5個セットとなります。
	A10095-03	シャーレ フタ付（5個）	
	A13712	ピンセット　A10095-03用	シャーレをつかむためのピンセットです。
光源	C11567-02	キセノンフラッシュランプユニット りん光計測用	数十マイクロ秒からミリ秒オーダーのりん光計測に用いる励起光源です。Xeフラッシュランプを採用しています。
	A12991-280	干渉フィルタ（280 nm）	波長280 nm用の干渉フィルタです。
	A13905-XXX	干渉フィルタ	波長340 nm、365 nm、405 nm、442 nm、470 nm、589 nm、632 nm、1000 nmから選択できます。（型名のXXX 部分には、各波長に対応した番号が入ります。）
	M12488シリーズ	PLP-10-XXXTAU レーザダイオードヘッド	Quantaurus-Tau® 専用のレーザダイオードヘッドです。次の各波長に対応します。375 nm、405 nm、445 nm、465 nm、483 nm、510 nm、655 nm、785 nm（品名のXXX 部分には、各波長に対応した番号が入ります。）
	A12487-01	アダプタ	レーザダイオードヘッド M12488 をQuantaurus-Tau® に接続するときに用いるアダプタです。
データ解析装置	C13348-02	データ解析装置	パソコンとモニタのセットです。（OS：Windows®11 Pro）

外形寸法図（単位：mm）　質量：31 kg



※サンプル室の選択により高さが変わります。

- Quantaurus-QY、Quantaurus-Tau、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。
- その他の記載商品名、ソフトウエア名等は該当商品製造会社の商標または登録商標です。
- 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。
- 本カタログの記載内容は2024年3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）　TEL（022）267-0121　FAX（022）267-0135
□ 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）　TEL（03）6757-4994　FAX（03）6757-4997
□ 中部営業所　〒430-8587 浜松市中央区砂山町325-6（日本生命浜松駅前ビル）　TEL（053）459-1112　FAX（053）459-1114
□ 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）　TEL（06）6271-0441　FAX（06）6271-0450
□ 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（092）482-0390　FAX（092）482-0550

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

Cat. No. SHSS0025J04
MAR/2024 HPK