

## 絶対PL量子収率測定装置 C11347シリーズ

# Quantaurus-QY<sup>®</sup>



Quantaurs-QY<sup>®</sup> (絶対 PL 量子収率測定装置) は、フォトルミネッセンス法により、発光量子収率の絶対値を瞬時に測定する装置です。

サンプルホルダをセットし、計測ソフトウェアに数項目の指示を入れるだけで、発光量子収率や励起波長依存性、PL 励起スペクトルなどを短時間で測定します。

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。



# QY 絶対 PL 量子収率

## 絶対PL量子収率測定

材料の発光量子収率の絶対値 (内部量子効率) を測定

発光材料の開発では、発光材料自体の発光効率の改善が不可欠です。そのためには、発光量子収率の正確な測定方法が必要となります。

Quantaurs-QY<sup>®</sup> は、キセノンランプと分光器による励起光源、窒素ガスフローが可能な積分球、多波長同時計測が可能なマルチチャンネル検出器を一体化したボックスタイプで、専用ソフトウェアを用いて計測を行います。検出器として、裏面入射型冷却 CCD センサを採用しているため、瞬時に高感度計測が可能です。また、専用ソフトウェアにより操作も簡単です。

サンプルとして、溶液、粉末、固体、薄膜に対応が可能で、溶液試料を液体窒素温度に冷却することもできます。

### 特長

- 発光材料の絶対発光量子収率を測定 (PL計測)
- 積分球の採用により、全光束を測定
- 裏面入射型冷却 CCD センサの採用により、超高感度、高 S/N 測定
- 極低温 (−196 °C) での測定が可能 (オプション)  
(対象: 溶液)
- 励起波長の自動制御
- 省スペース、コンパクトな設計
- 豊富な解析機能
  - ・発光量子収率
  - ・励起波長依存性
  - ・発光スペクトル
  - ・PL 励起スペクトル

# 量子収率の絶対値を瞬時に測定

マルチチャンネル検出器により、感度補正された分光スペクトルを取得し、量子収率を算出するので、量子収率の絶対値を瞬時に求めることができます。専用ソフトウェアも対話形式になっているため、簡単に計測が可能です。

## 励起波長は分光器の制御により選択可能

励起波長は分光器をソフトウェアより制御することにより選択できますので、さまざまな波長での励起が可能です。量子収率の励起波長依存性や励起スペクトルの測定を自動で行うことができます。

## 溶液・粉末・固体・薄膜のサンプルに対応

サンプル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。また、溶液試料は、液体窒素冷却（－196℃：77 K）が可能です。

## 波長範囲により2つのタイプをラインアップ

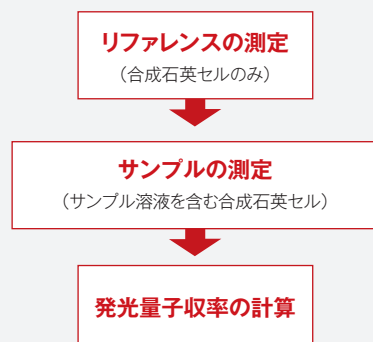
サンプルの励起や発光波長領域により、300 nm～950 nmと400 nm～1100 nmに対応した2つのタイプを用意しています。

|           |               |           |                |
|-----------|---------------|-----------|----------------|
| スタンダード    | 対応波長域         | NIR       | 対応波長域          |
| C11347-11 | 300 nm～950 nm | C11347-12 | 400 nm～1100 nm |

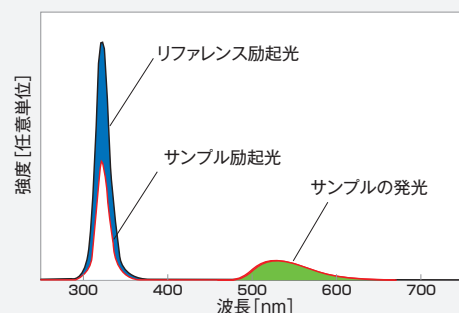


量子収率測定は、開発から研究分野における様々な分野で行われています。代表的なものに有機EL材料、白色LEDやFPD用蛍光体など各種発光材料の品質向上、有機金属錯体の研究、色素増感太陽電池用色素の基礎特性の評価、生物分野における蛍光プローブの効率測定などがあります。

### 量子収率の測定原理

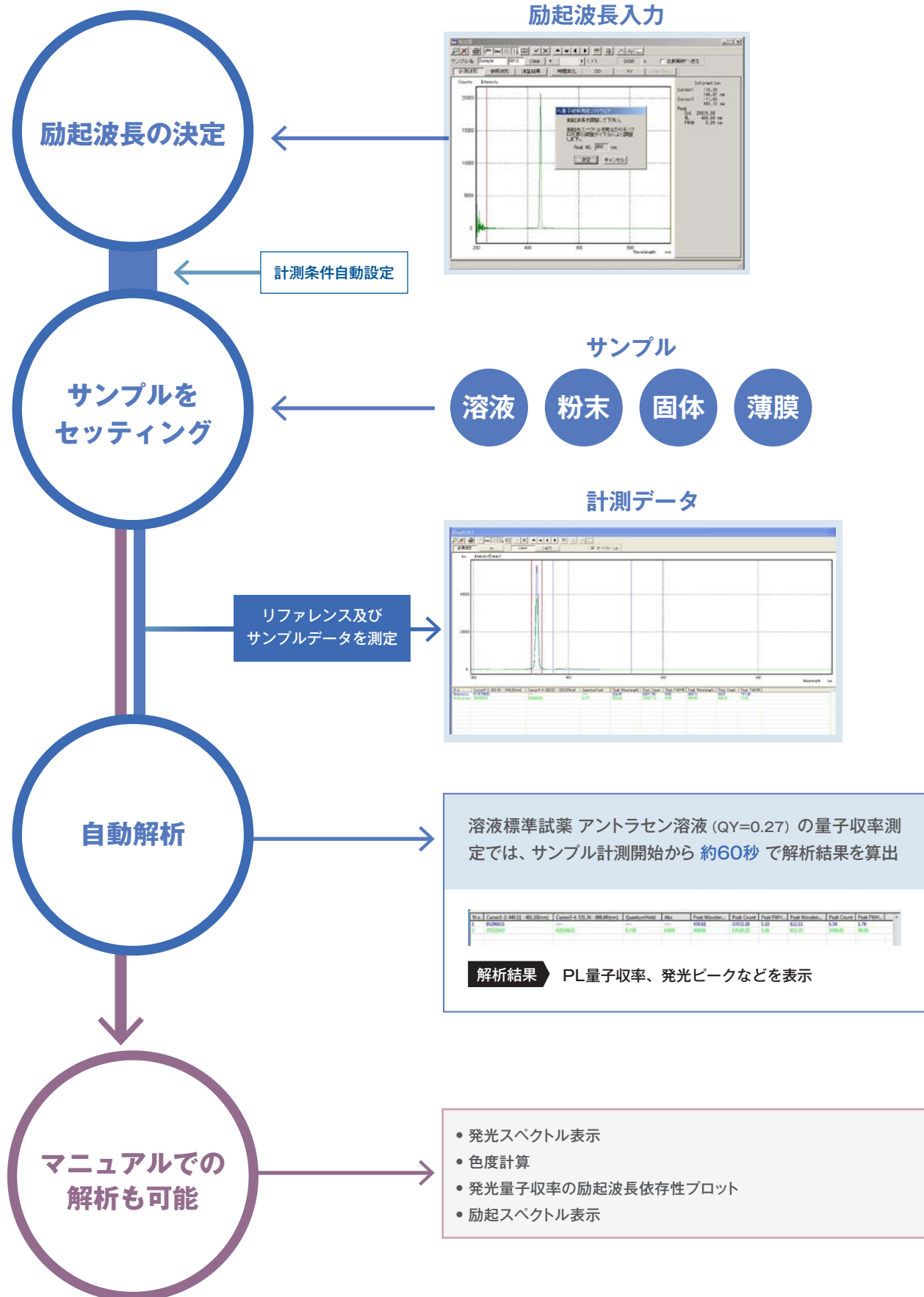


$$\text{発光量子収率} = \frac{\text{発光としてサンプルから放出されたフォトン数}}{\text{サンプルにより吸収されたフォトン数}}$$

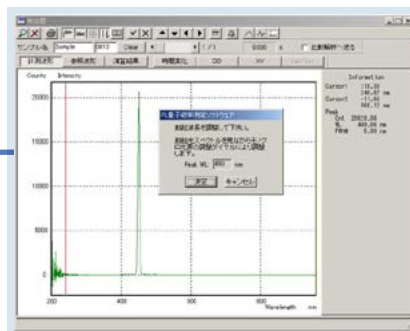


リファレンス及びサンプルの励起光、発光スペクトル測定例

測定手順を考慮した計測ソフトウェアにより、  
簡単・短時間で測定が可能です。



励起波長入力



サンプル

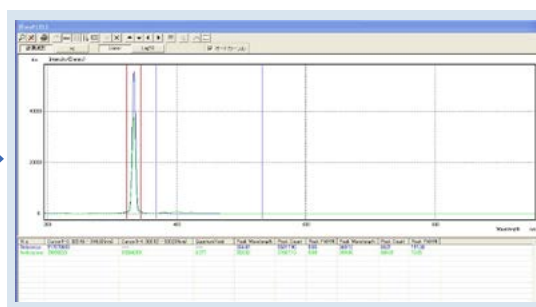
溶液

粉末

固体

薄膜

計測データ



溶液標準試薬 アントラセン溶液 (QY=0.27) の量子収率測定では、サンプル計測開始から **約60秒** で解析結果を算出

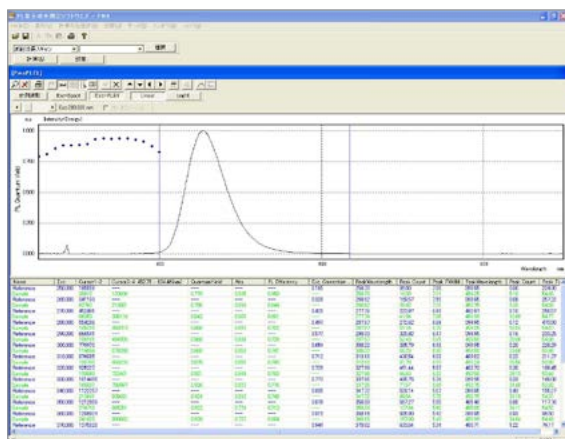
| Wavelength | Intensity | Wavelength | Intensity | Wavelength | Intensity | Wavelength | Intensity | Wavelength | Intensity |
|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| 350.0      | 10000     | 350.0      | 10000     | 350.0      | 10000     | 350.0      | 10000     | 350.0      | 10000     |

**解析結果** PL量子収率、発光ピークなどを表示

- 発光スペクトル表示
- 色度計算
- 発光量子収率の励起波長依存性プロット
- 励起スペクトル表示

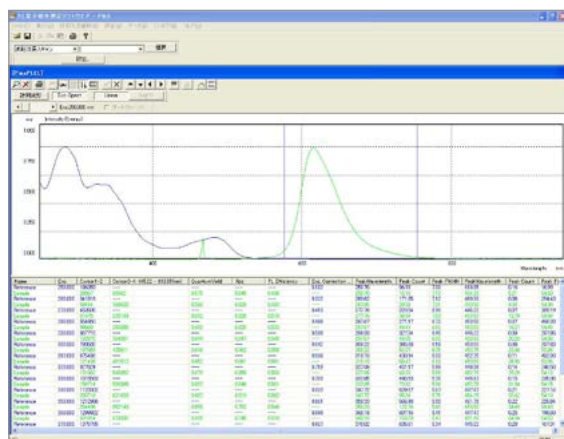
専用のPL量子収率測定ソフトウェアにより、多彩な解析を実現します。

### 励起波長依存性測定



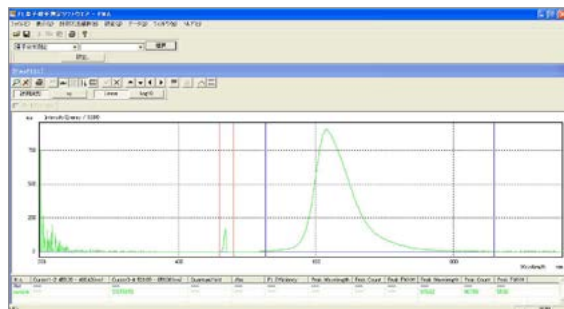
自動分光器搭載のモノクロ光源を使用することにより、サンプルの発光量子収率の波長依存性を簡単に測定することが可能です。

## PL励起スペクトル測定



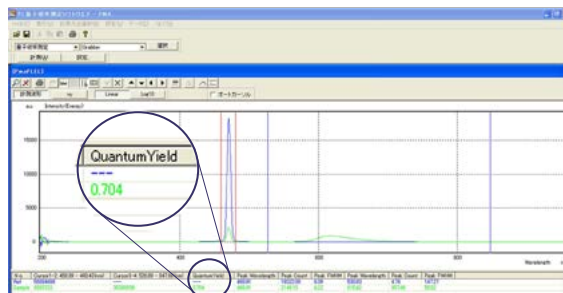
励起光源として自動分光器搭載のモノクロ光源を使用することにより、サンプルの励起スペクトルを測定することができます。2本のカーソルで選択された発光波長範囲におけるPL 励起スペクトルが簡単に得られます。

## 発光スペクトル測定



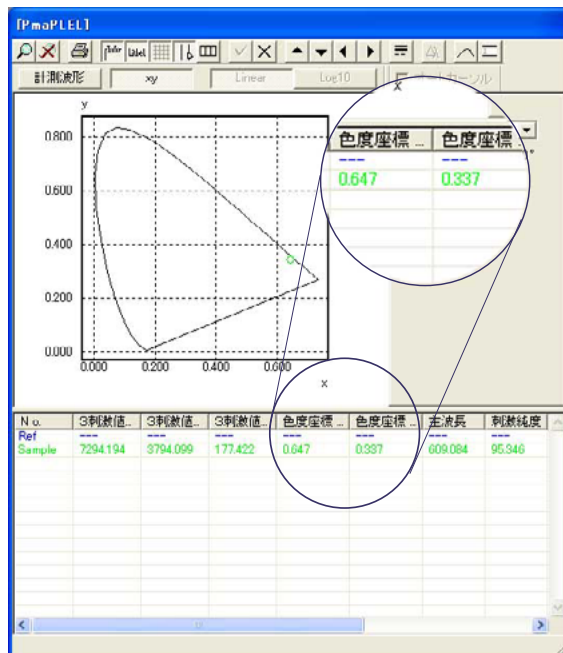
励起光除去機能適用後に表示される発光スペクトルです。発光量子収率測定で得られるサンプルの発光スペクトルには、サンプルに吸収されなかった励起光成分が含まれます。励起光除去機能を使用することにより、サンプル自体の発光スペクトルを表示することが可能です。

## 発光量子収率測定



測定後に励起光及び発光の範囲をカーソルにより調整することで簡単に発光量子収率値を求めることができます。また表には量子収率の値の他、励起光及びサンプルの発光強度、ピーク波長、ピークカウント及びピークバンドの半値幅が表示されます。

## xy座標表示画面

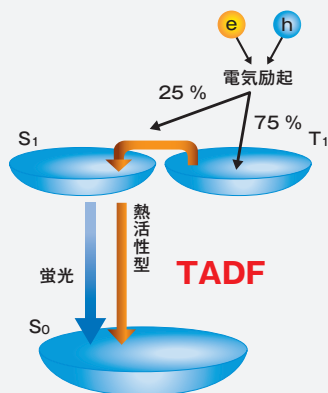


ソフトには、発光スペクトル表示機能の他にx y座標表示機能も含まれています。計測したサンプルの色度座標(x, y)の他、3刺激値(X、Y、Z)等が表示されます。



# 長年の量子収率測定の実績により、 幅広い分野で多くのユーザーに使用されています。

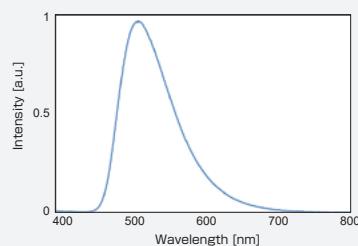
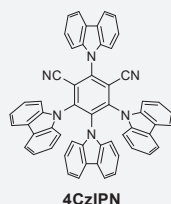
## 高発光効率を有する熱活性化遅延蛍光材料の量子収率測定



熱活性化遅延蛍光 (Thermally Activated Delayed Fluorescence: TADF) 材料は、第3世代有機EL材料として大きな関心が寄せられています。

励起一重項状態と励起三重項状態の間のエネルギー差、 $\Delta E_{ST}$ を最小にするような精密な分子設計により、 $T_1 \rightarrow S_1$ の逆項間交差を起こりやすくし、高効率なTADF材料を開発することに成功しました。

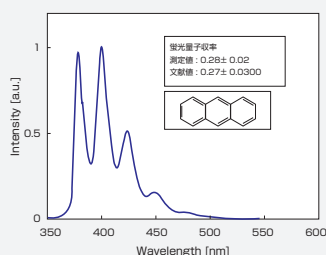
下図の4CzIPNの発光量子収率は、絶対PL量子収率測定装置により、 $94 \pm 2\%$ と求められました。



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

H. Uoyama, K. Goushi, K. Shizu, H. Nomura, and C. Adachi, *Nature*, **492**, 234 (2012).

## 標準溶液の発光量子収率再評価



従来の相対量子収率測定法における発光標準として広く使われている代表的な標準溶液の発光量子収率を再評価したところ、ほとんどの標準溶液の量子収率測定値が文献値とよく一致しました。これにより、発光量子収率測定における絶対法の高い信頼性が証明されました。

図は、アントラセン溶液の測定例です。

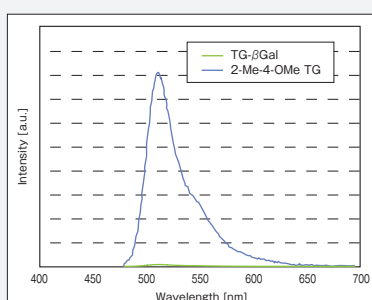
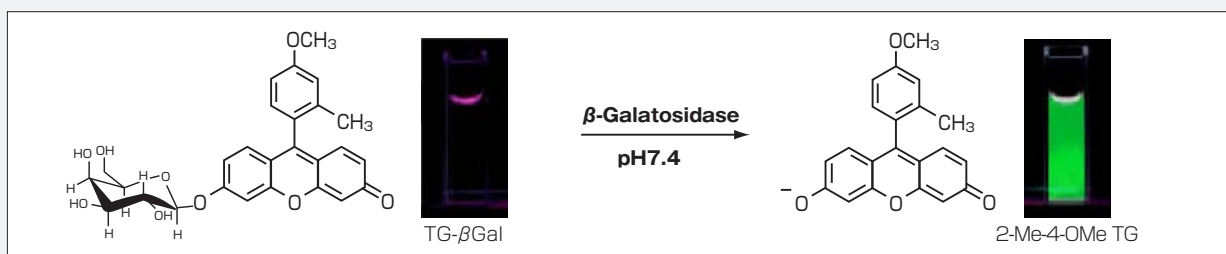
図. アントラセン溶液の発光スペクトルと発光量子収率

データ提供：群馬大学大学院工学研究科 応用化学・生物化学専攻 飛田 成史 様、吉原 利忠 様、北里大学 理学部化学科 石田 斉 様との共同研究

K. Suzuki, A. Kobayashi, S. Kaneko, K. Takehira, T. Yoshihara, H. Ishida, Y. Shiina, S. Oishi, and S. Tobita, *Phys. Chem. Chem. Phys.*, **11**, 9850 (2009).

## 蛍光バイオプローブの量子収率測定

酵素反応検出用蛍光プローブ:量子収率測定により、酵素反応前後の発光量の比較が可能



| 化合物           | 発光量子収率 |
|---------------|--------|
| TG-βGal       | 0.01   |
| 2-Me-4-OMe TG | 0.72   |

$\beta$ -ガラクトシダーゼ活性検出蛍光プローブ TG (Tokyo Green) - $\beta$ Galは、ほぼ無蛍光 ( $\Phi_f = 0.01$ ) ですが、 $\beta$ -ガラクトシダーゼと反応することにより、強蛍光性を示します。量子収率 $\Phi_f$ を比較することにより、酵素反応前後での発光量の違いが定量的に求められます。

データ提供：東京大学大学院 医学系研究科 浦野 泰照 様

# 蛍光寿命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第1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2通りあります。  
1つは、蛍光やりん光などの発光放出を行う輻射過程、もう1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  $\tau$  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  $\phi$  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、  
吸収した光子数 ( $PN_{abs}$ ) に対して分子から放出される発光光子数 ( $PN_{em}$ ) の割合として定義されます。

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

発光量子収率  $\phi$  は、

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

とも表すことができるので、蛍光寿命  $\tau$  と量子収率  $\phi$  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。

$$k_f = \phi / \tau$$



## 発光材料の多角的な評価が可能

浜松ホトニクスでは、Quantaursシリーズとして、蛍光寿命測定用にQuantaurs-Tau<sup>®</sup>を、  
量子収率測定用にQuantaurs-QY<sup>®</sup>をラインアップしています。  
Quantaurs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。



仕様

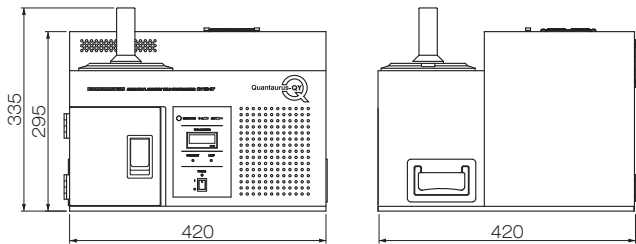
| 型名          |            | C11347-11                                                                                                                                         | C11347-12        |
|-------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| PL計測波長範囲    |            | 300 nm ~ 950 nm                                                                                                                                   | 400 nm ~ 1100 nm |
| 光源部         | 励起光源       | 150 W Xe光源                                                                                                                                        |                  |
|             | 励起波長       | 250 nm ~ 850 nm                                                                                                                                   | 375 nm ~ 850 nm  |
|             | バンド幅       | FWHM 10 nm 以下                                                                                                                                     |                  |
|             | サンプル光劣化防止  | メカニカルシャッタによる励起光遮断                                                                                                                                 |                  |
|             | 励起波長制御     | 自動制御                                                                                                                                              |                  |
| マルチチャンネル分光器 | 測定波長範囲     | 200 nm ~ 950 nm                                                                                                                                   | 350 nm ~ 1100 nm |
|             | 波長分解能      | < 2 nm                                                                                                                                            | < 2.5 nm         |
|             | 受光素子チャンネル数 | 1024 ch                                                                                                                                           |                  |
|             | 素子冷却温度     | -15 °C                                                                                                                                            |                  |
|             | AD分解能      | 16 bit                                                                                                                                            |                  |
| 積分球         | 分光器光学配置    | ツェルニターナ型                                                                                                                                          |                  |
|             | 材質         | スペクトラロン                                                                                                                                           |                  |
|             | サイズ        | 3.3 型 (インチ)                                                                                                                                       |                  |
| ソフトウェア      | 測定項目       | 発光量子収率の測定、蛍光体発光効率測定 (量子収率 × 吸収率)、量子収率の励起波長依存性、<br>発光スペクトル (ピーク波長、FWHM)、PL 励起スペクトル、色計測 (色度、色温度、演色性など)<br>EEM(Excitation Emission Matrix) 表示、自己吸収補正 |                  |

オプション

|             | 型名        | 品名                    | 内容                                                                                          |
|-------------|-----------|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| サンプルホルダ 溶液用 | 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。                                                                    |
| サンプルホルダ 粉末用 | A13924-01 | サンプルホルダ 温度制御用         | 粉末サンプルの温度を最大 300 °Cまで設定することが可能です。<br>白色LED用の蛍光体などを実際の使用環境に近い状態で測定可能です。<br>温度制御範囲：室温~+300 °C |
| サンプルホルダ 薄膜用 | A9924-21  | サンプルホルダ QYシリーズ、薄膜専用   | 最大 20 mm 角のサンプルに対応したホルダです。利用には A10095-11 が必要です。                                             |
| 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。                                                      |
| 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。                                                                         |
| サンプル容器 薄膜用  | A10095-11 | シャーレ QYシリーズ、薄膜専用 (5個) | A10095-11は A9924-21 専用のシャーレです。                                                              |
| その他         | C15163-01 | データ解析装置 ノート型          | 装置を制御するための専用ノートパソコンおよびソフトウェアです。OS：Windows11 Pro                                             |
|             | C13923-01 | コントローラ 温度制御用          | A13924-01と組み合わせて、温度制御を行うために使用します。                                                           |
|             | A11372-10 | スベア部品 A9924-21 用      |                                                                                             |

外形寸法図

(単位：mm) 質量：約 26.5 kg



- 
- 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、ソフトウェ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。
  - 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](http://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 |