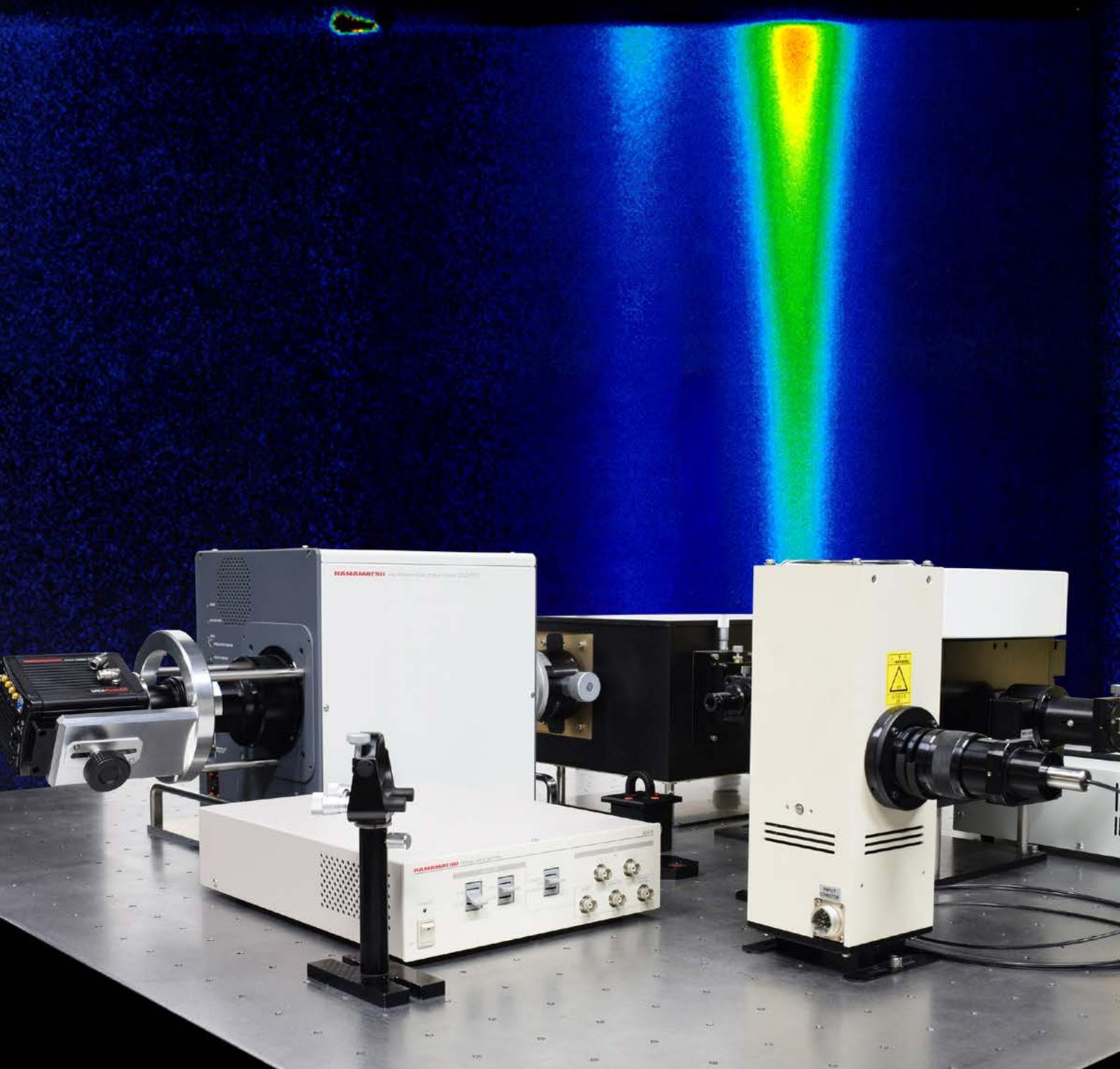


Time-resolved absorption spectrum analyzing system

時間分解吸収分光解析システム

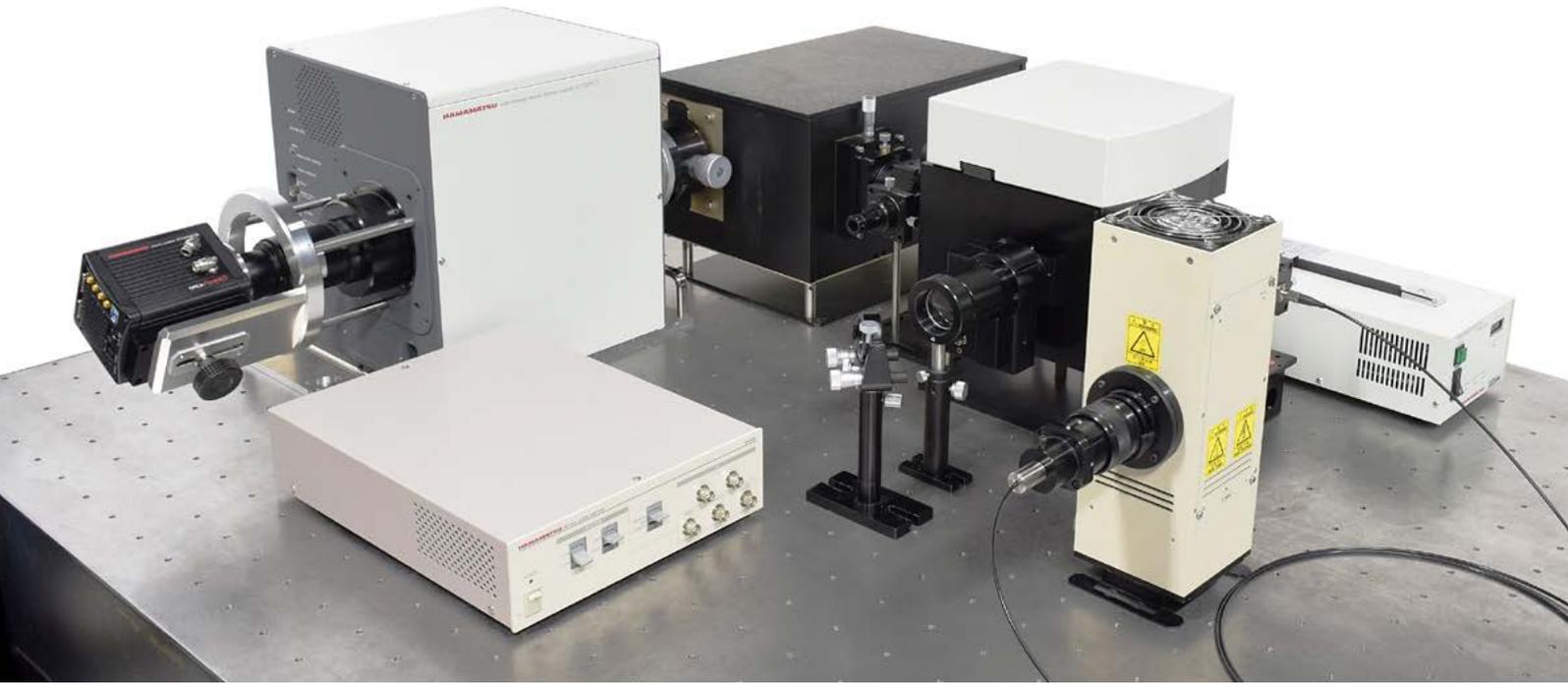
極短時間領域における過渡吸収スペクトルを測定！

溶液、固体、薄膜などの光化学反応における反応中間体の生成消滅過程を追跡することが可能です。



HAMAMATSU
PHOTON IS OUR BUSINESS

極短時間領域における過渡吸収スペクトルを 高ダイナミックレンジ、高S/Nで測定。

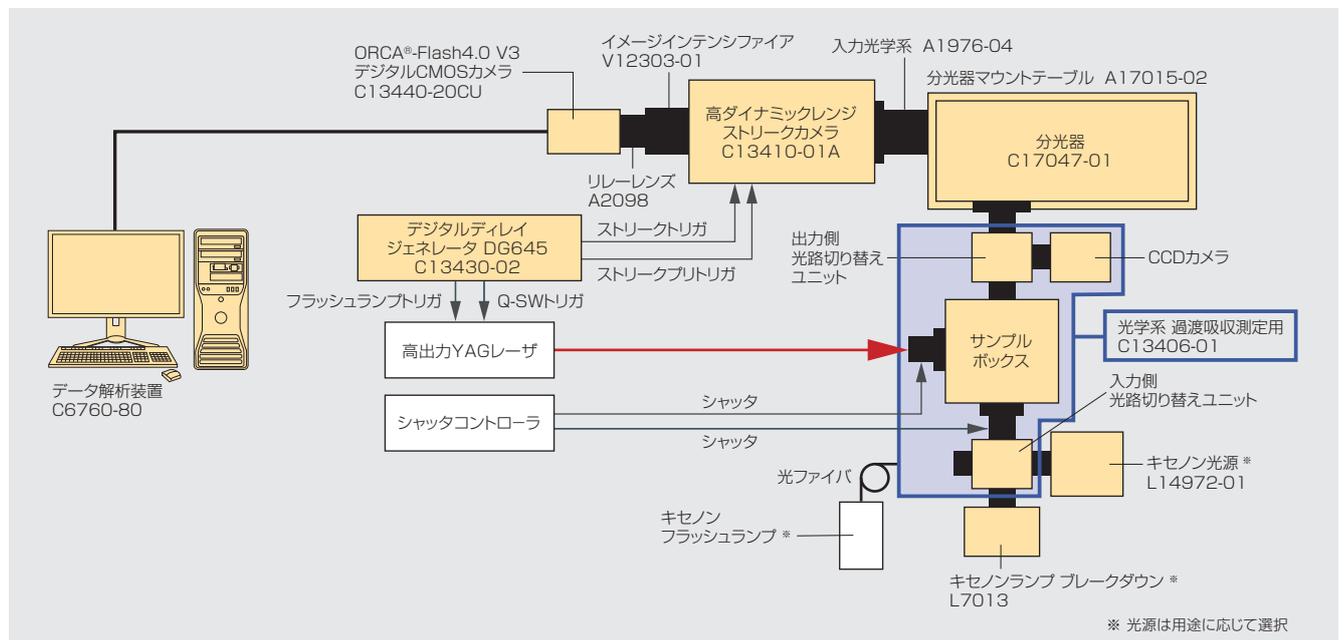


時間分解吸収分光解析システムは、極短時間領域における過渡吸収測定を行う装置です。溶液、固体、薄膜などの光化学反応における反応中間体の生成消滅過程を追跡することができます。検出器にストリークカメラを使用し、シングルショットで多波長同時に時間分解測定することにより、不可逆的な現象をとらえることが可能です。また、時間分解吸収スペクトルと過渡吸収時間分解分光イメージを同時に測定することもできます。検出装置に高ダイナミックレンジストリークカメラC13410-01Aを採用。これにより、微小な過渡吸収変化も高ダイナミックレンジ、高S/Nで測定することが可能になりました。

特長

- 測定可能な最小OD値：0.005
(シングルショット時0.02以下)
- シングルショットで多波長同時測定
- 高時間分解能
- コンピュータ制御による自動計測可能

システム構成



仕様

	ナノ秒過渡吸収測定システム	ピコ秒過渡吸収測定システム
時間分解能	<7 ns	<70 ps
測定可能時間レンジ	20 ns~1 ms	0.5 ns~20 ns
白色光源	キセノンランプ 150 W CW	キセノンランプ ブレークダウン
計測可能OD値 (シングルショット)	0.005 (シングルショット時0.02以下)	
同時観測波長幅 (W) と波長分解能 (Δλ) (代表例)	100 gr/mm: W=510 nm Δλ<3.0 nm	
	150 gr/mm: W=340 nm Δλ<2.0 nm	
	300 gr/mm: W=170 nm Δλ<1.0 nm	
	600 gr/mm: W= 85 nm Δλ<0.5 nm	
測定可能な波長範囲	250 nm~750 nm	
チャンネル数	時間軸 : 1016 ch 波長軸 : 1344 ch	

機能

時間分解吸収分光解析システムでは、高出力キセノンランプ光をプローブ光に用い、ナノ秒Q-SW-YAGレーザやピコ秒モードロックYAGレーザをポンプ光に用います。これらの光はストリークカメラ過渡吸収光学系に導入され、過渡吸収測定ソフトウェア上でプローブ光シャッターとポンプ光シャッターを動作させる事により、画像データを 分光器+高ダイナミックレンジストリークカメラ+高感度デジタルカメラ を用いて取得します。

無蛍光サンプル、有蛍光サンプルに応じて、各々の画像間演算を実施することによって、過渡吸収画像データを取得することができます。

■ 制御機能

- ストリークカメラ・・・ 時間レンジ、MCPゲイン
- 分光器・・・・・・・ グレーティングの選択、中心波長の設定、スリット幅の設定
- シャッター・・・・・・・ 励起光および白色光用シャッターの開閉
- ディレイジェネレータ・・・ ディレイ値の設定

■ 表示機能

- 過渡吸収時間分解分光イメージ
- 過渡吸収時間及び波長プロファイル

■ 保存機能

保存データは、fittingデータ以外に、生画像データ (計測のダイアログにあるData、Monitor、Emission1、Emission2、Dark、Absorption1、Absorption2)、スペクトルプロファイル、時間プロファイルを保存することが可能です。

- 画像・・・・・・・ TIFF形式、ITEX形式
- プロファイル・・・ TEXT形式

■ 解析機能

- 過渡吸収演算画像を求めます。

無蛍光サンプルの場合

$$\text{Absorption1} = -\text{Log}_{10} ((\text{Data-Dark}) / (\text{Monitor-Dark}))$$

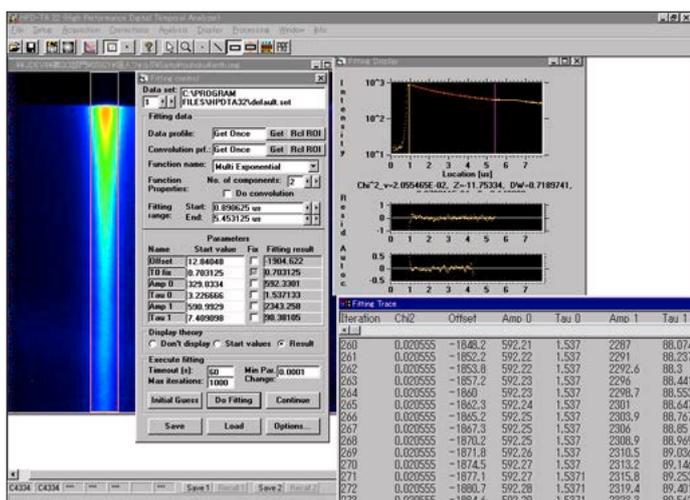
蛍光サンプルの場合

$$\text{Absorption2} = -\text{Log}_{10} ((\text{Data-Emission}) / (\text{Monitor-Dark}))$$

- 蛍光画像はEmission2より求めます。
 $\text{Emission2} = \text{Emission1} - \text{Dark}$

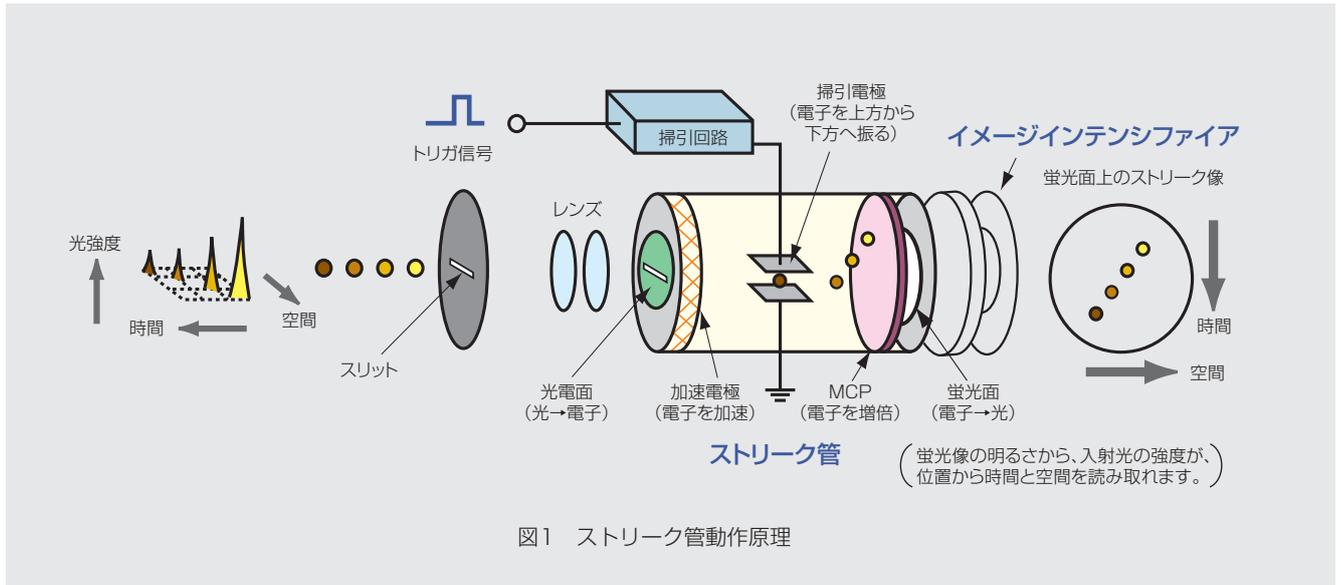
■ 測定機能

- DATA測定
(ポンプ光とプローブ光シャッターを開き、白色光を計測)
- MONITOR測定
(プローブ光シャッターのみ開き、白色光を計測)
- EMISSION測定
(ポンプ光シャッターのみ開き、蛍光を計測)
- DARK測定
(ポンプ光とプローブ光のシャッターを閉じて、暗電流を計測)



Absorption2
過渡吸収演算画像、過渡スペクトルプロファイル表示例

検出器にストリークカメラを採用



ストリークカメラ動作原理

ストリークカメラは、入射光を電子に変換し、上方から下方へ電子を高速に掃引することにより、時間的に変化する入射光強度を画面上の位置（空間）に対する輝度分布として表示・測定する装置です。図1にストリークカメラの心臓部であるストリーク管の動作原理を示します。

被測定光はスリットを介して、レンズ系により、ストリーク管の光電面上にスリット像として結像されます。今、時間的にも空間的にも少しずつずれ、光強度も異なる4つの光パルスがスリットに入射し、光電面に達したとします。光電面は、入射した光をその強度に応じた電子に変換するもので、ここで4つの光パルスは順次電子に変換され、加速電極により加速されて蛍光面に向かって飛び出して行きます。4つの光パルスによってできた電子群が掃引電極の間を通過する時タイミングを合わせて掃引電極に印加された高電圧により、高速掃引が行われます。これにより少しずつ遅れてやってきた電子群は、垂直方向の少しずつ異なった角度に偏向され、蛍光面に衝突し、再び光に変換されます。

蛍光面上に得られたストリーク像は、イメージンシファイアにより、光強度を増強されデジタルカメラにより読み出されます。

蛍光面では、最も早く入射したパルスに対応する蛍光像が最も上方に位置し、順に下方へと配列されます。つまり、蛍光面上の垂直方向が時間軸となります。また、それぞれの蛍光像の明るさは、それぞれの入射光パルスの強度に比例しています。蛍光像の水平方向の位置は、入射光の水平方向の位置に対応しています。そのため、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、各波長における光強度の時間的な変化を測定することができます。

多波長同時計測

「ストリークカメラ動作原理」で説明したように、C13410-01Aと分光器とを組み合わせることにより、同時に多波長の時間分解分光計測を行うことができます。図2に時間分解分光測光の三次元表示の例を示します。

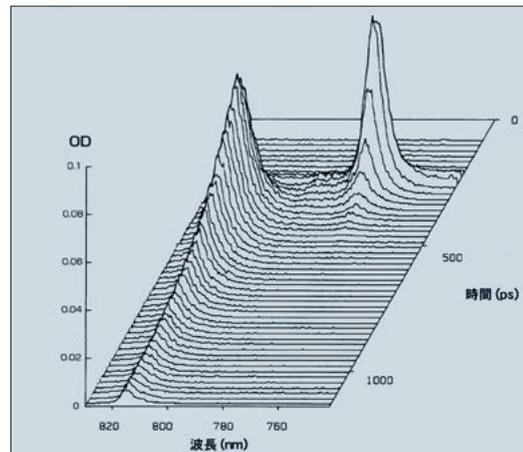
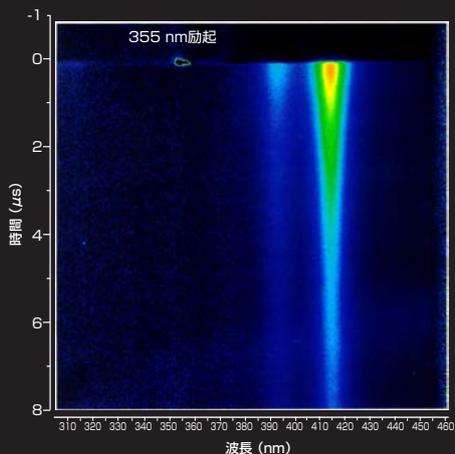


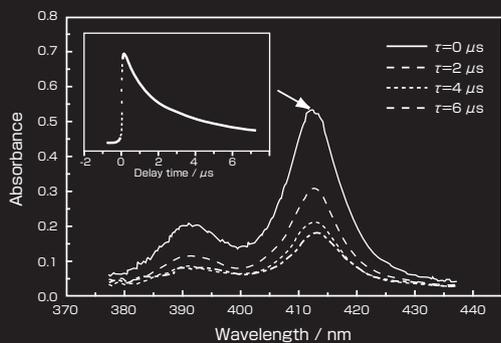
図2 時間分解分光測光の三次元表示例

過渡吸収時間分解分光測定

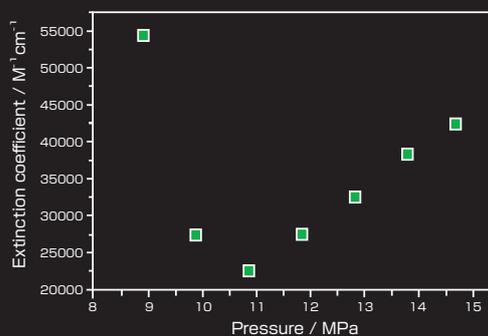


超臨界二酸化炭素中(40 °C、10.9 MPa)の
アントラセンの三重項-三重項消滅反応過程の
過渡吸収時間分解分光ストリーク像

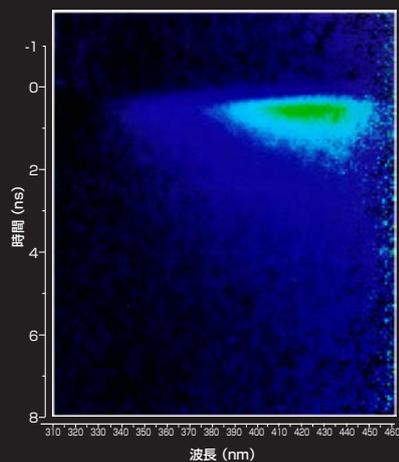
ご提供
産業技術総合研究所
超臨界流体研究センター(仙台市)
研究員
相澤 崇史 様



超臨界二酸化炭素中のアントラセンの三重項-三重項消滅反応過程、
過渡吸収スペクトル(40 °C、10.9 MPa)

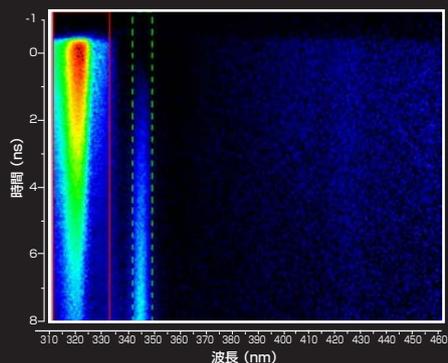


三重項アントラセンのモル吸光係数の圧力依存性(40 °C)

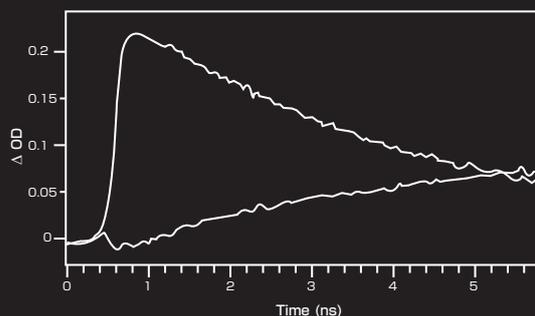


C60の一重項-一重項消滅反応過程の
過渡吸収時間分解分光ストリーク像

ご提供
東北大学 反応化学研究所
伊藤 攻 研究室 様



アントラセン溶液の
一重項-一重項消滅
反応過程と、三重項
-三重項生成反応過
程を同時計測した、
過渡吸収時間分解
分光ストリーク像



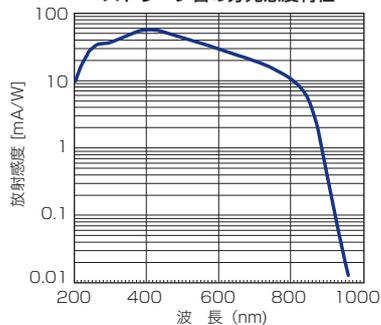
高ダイナミックレンジストリークカメラ C13410-01A

時間分解能5 psの超高速光検出器です。分光器との組み合わせにより多波長同時に観測可能で、過渡吸収スペクトルをシングルショットで計測することができます。



ストリーク管	光電面	S-20
	感度波長域	200 nm~850 nm
	有効光電面サイズ	7.0 mm (W) × 17.48 mm (L)
	蛍光面	P-43 直径 25 mm ファイバ出力
	イメージ増強部	イメージンシファイア (I.I.) / イメージブースタ (I.B.) 外付け
本体	時間分解能	5 ps以内 (最速レンジ)
	掃引時間/全画面 1, 2.5 ステップ	0.5 ns~1 ms
	トリガジッタ	±20 ps以下 (最速レンジ)
	トリガディレイ	約30 ns (最速レンジ)
	最大掃引周波数	1 kHz (最速レンジ、OPEN FIXED時)、 100 Hz (最速レンジ、NORMAL時)

ストリーク管の分光感度特性



イメージンシファイア V12303-01

ストリーク管の蛍光面にあらわれたストリーク像を、最大で約3000倍増強して出力するためのイメージ増強管です。



光電面	バイアルカリ
ルミネッセンスゲイン	可変最大3100 (typ.)
MCP	内蔵

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、バランスのとれた性能を持ちます。



有効画素数	2048(H) × 2048(V)
使用画素数	1344(H) × 1016(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)
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)
蛍光面上有効視野	17.47 mm(H) × 13.21 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)
デジタル出力	16 bit

分光器 C17047-01

ストリークカメラとの組み合わせに最適な分光器です。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。



光学配置	ツェルニターナ型
焦点距離	193 mm
F値	3.6
入射スリット幅	10 μm~2.5 mm可変
グレーティング	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	ブレイズ波長	同時観測波長範囲	波長分解能
A17048-010-078	100 L/nm	780 nm	約868 nm	約13 nm
A17048-015-050	150 L/nm	500 nm	約570 nm	約8.6 nm
A17048-030-050	300 L/nm	500 nm	約281 nm	約4.2 nm
A17048-060-050	600 L/nm	500 nm	約136 nm	約2.0 nm

※読み出しカメラとしてORCA®-Flash4.0 V3を使用した場合の値です。

分光器マウントテーブル A17015-02

分光器とストリークカメラを接続、固定するための支持台です。

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~5.0 V 50 Ω
ディレイ設定範囲	0 ps~2000 ps
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

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。



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

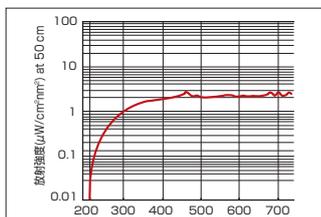
光学系 過渡吸収測定用 C13406-01

白色光光学系と励起光光学系、オプティカルレーザシャッタから構成されます。250 nm～750 nmの測定波長範囲において高精度に測定可能です。励起光光学系には、YAGレーザの266 nm、355 nm、532 nmレーザミラーが2枚ずつ付属します。

測定波長域	250 nm～750 nm
レーザミラー	誘電体多層膜ミラー 266 nm / 355 nm / 532 nm
サンプルホルダ	10 mmセル、2 mmセル、薄膜
レーザシャッタ (A6538)	ソレノイド式、ポンプ光側・プローブ光側各1個

キセノン光源 L14972-01

アーク発光点の移動とふらつきの無い高安定の白色光源です。



放射波長	220 nm～2000 nm
放射強度	250 nm : 0.52 $\mu\text{W}/\text{cm}^2 \cdot \text{nm}^{-1}$ at 50 cm 500 nm : 2.00 $\mu\text{W}/\text{cm}^2 \cdot \text{nm}^{-1}$ at 50 cm
消費電力	150 W
窓材	オゾンレス石英
光出力安定度	ドリフト : $\pm 0.5 \%$ /h (typ.) ふらつき : 1.0 % (Max.)

キセノンランプ ブレークダウン L7013

キセノンランプセルに高出力ピコ秒レーザの基本波(1064 nm)を集光することにより、波長250 nm～750 nm、パルス幅約50 nsの非常に明るい白色光を発生します。通常のパルスキセノンランプとは異なり、輝線の無いなめらかなスペクトル特性が得られます。高出力ピコ秒レーザとの組み合わせにより、ピコ秒領域の過渡吸収測定が可能です。



発光波長範囲	250 nm～750 nm
発光時間幅	約50 ns (半値幅)
安定性	OD 換算値 ± 0.005 以下 *1
ノイズ	OD 換算値 ± 0.02 以下 *2

*1 L7013に、20 mJ /パルスのYAGレーザ光を入射した時に出力される白色光を2度シングルショット計測し、吸収演算を行った場合のベースラインのふらつきです。

*2 *1の条件で白色光をシングルショットにて計測し、吸収演算を行う場合のノイズレベルです。

励起光源

過渡吸収測定用励起光源として、各社高出力YAGレーザとの組み合わせ実績があります。機種選択やお手持ちのレーザ光源との組み合わせの可否についてはご相談ください。

データ解析装置 C6760-80

ストリークカメラ、分光器などの各機器の制御、データ取り込みおよび解析を行います。

対応カメラ	ORCA®Flash4.0 V3 デジタルCMOSカメラ C13440-20CU
構成品	コンピュータセット ソフトウェア HPD-TA + Ta-Abs フレームグラブボード DIOボード 外部トリガケーブル シャッターケーブル カメラリンクケーブル

システム	Windows® 11 Pro
インターフェース	Camera Link

<データ解析ソフトウェア HPD-TA> ※データ解析装置に含まれます。

データ取得	モニタリング、アナログ計測 フロンカウンティング積算、シーケンス取得
外部制御	ストリークカメラ、読み出しカメラ、分光器、ディレイユニット
プロファイル解析	リアルタイム表示、半値幅、最小値/最大値、ガウスフィッティング
補正	暗電流、感度ムラ、湾曲、ジッタ
軸設定	チャンネル、時間、波長
ファイル形式 (画像)	バイナリ (最大32 bit)、TIFF、ASCII
ファイル形式 (プロファイル)	ASCII

レーザハンドリングミラー 過渡吸収測定用 A8005 (オプション)

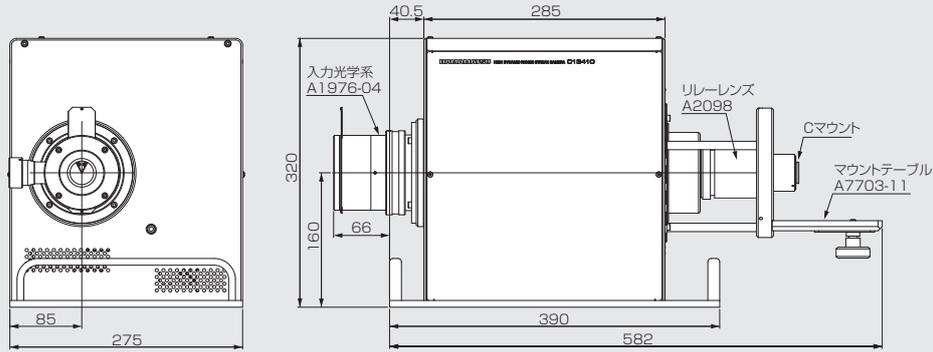
YAGレーザを光学系に導くための導光用ミラーです。

コーティング	誘電体多層膜ミラー
反射波長	266 nm、355 nm、532 nm、1.06 μm

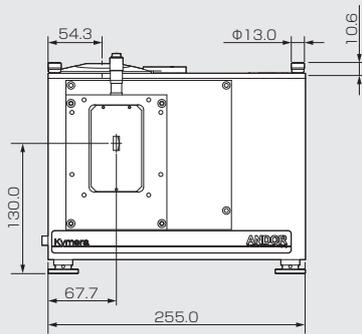
同軸励起光学系 (オプション)

励起光を白色光と同軸で励起するための光学系です。励起光は、ダイクロイックミラーで反射され、同軸でサンプルに入射します。この励起光の除去は、サンプル後段に設置されたカラーフィルタで除去します。この光学系の用途は、2 mm光路長セル内の溶液サンプルや、フィルム、薄膜サンプルの過渡吸収測定に使用します。

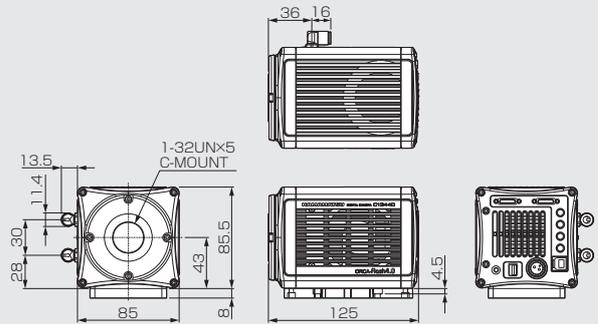
●高ダイナミックレンジストリークカメラ C13410-01A 本体(約26 kg)



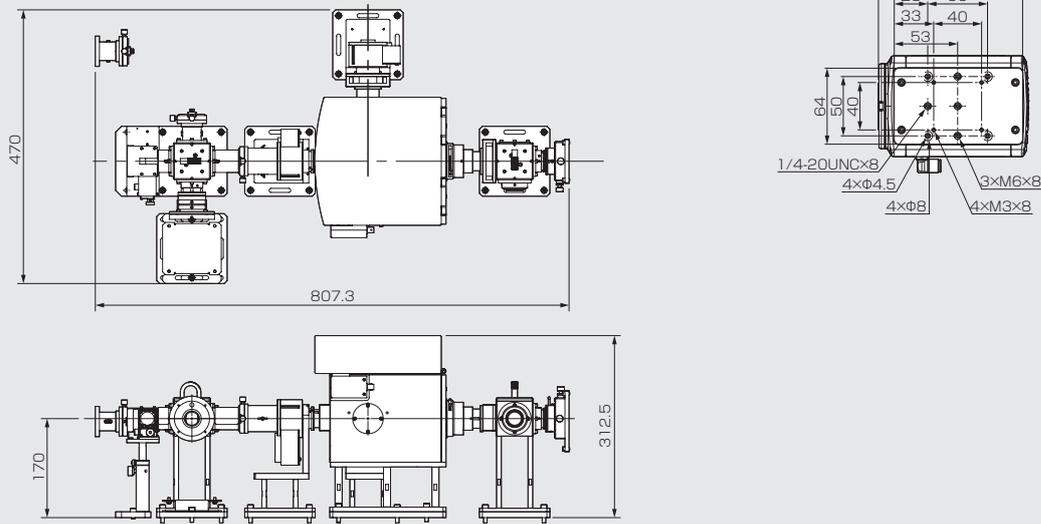
●分光器 C17047-01 f=193 mm(約7.5 kg)



●ORCA®-Flash4.0 V3 デジタルCMOSカメラ C13440-20CU(約2.2 kg)



●光学系 過渡吸収測定用 C13406-01 (約18 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。
- 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

- 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 浜松市中央区砂山町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