

## Q. ファイバーフォトメトリーとは？

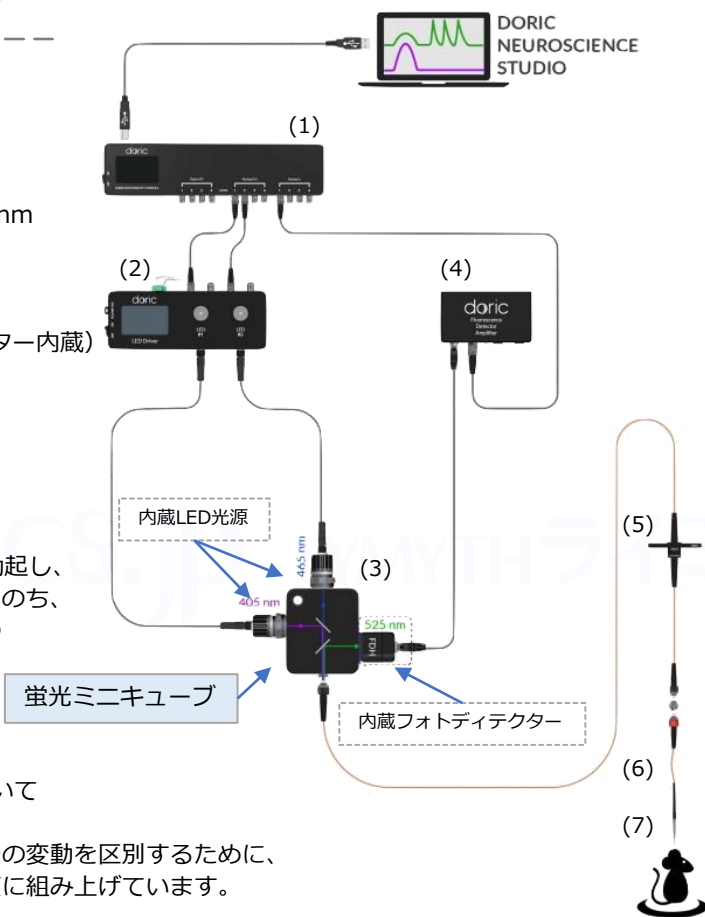
神経科学において、ファイバーフォトメトリーとは、埋め込まれた光ファイバーが、蛍光カルシウムインジケータでタグ付けされたニューロンに励起光を照射し、その活動から発せられる蛍光を受光することで観察・計測する方法です。ファイバーフォトメトリーでは光ファイバーカニューラで受光する範囲全てのニューロンの蛍光活動を（活動箇所が複数であっても）1つの信号として捉えます。

最もシンプルな自由行動下  
ファイバーフォトメトリー構成例

GCaMP等吸収点 + GCaMP活動 | 405nm + 465nm

- (1) ファイバーフォトメトリーコンソール
- (2) LED光源ドライバー
- (3) 蛍光ミニキューブ (LED光源, フォトディテクター内蔵)
- (4) フォトディテクターアンプ
- (5) ロータリージョイント
- (6) 光ファイバーバッチコード
- (7) 光ファイバーカニューラ

405nm LED光源でGCaMP等吸収点を励起し、  
465nm LED光源でGCaMPでのカルシウム活動を励起し、  
2つの信号を1つのフォトディテクターで受光したのち、  
専用ソフトウェアにてカルシウム活動による蛍光の  
変動のみを得る計測システムです。



## Doric社のファイバーフォトメトリーシステムについて

相対的に高いノイズレベルの中から非常に弱い蛍光の変動を区別するために、光源から検出器まで慎重に選択した部品にて高精度に組み上げています。さらに、直感的に装置制御の設定・解析ができる専用ソフトウェア Doric Neuroscience Studio を同梱しています。

## Q. ファイバーフォトメトリーで最も重要なパーツは何ですか？

ファイバーフォトメトリーシステムの心臓部は、蛍光ミニキューブです。励起光をサンプルターゲットまで光ファイバーおよびカニューラで届け、カニューラによって受光された蛍光成分のみを分離して、高感度のフォトディテクターに送り届ける機能を持ちます。この蛍光ミニキューブに使用するフィルターを選択、光ファイバーのカップリング光学系の設計とその装置精度は微弱な蛍光信号のSN比を確保するために重要な技術です。

通常、ファイバーフォトメトリーでの励起光源の出力はmW程度、受光する蛍光はnW程度と非常に低レベルの信号検出が必要なので、それを実現するために低ノイズで増幅できるフォトディテクターが必要です。Doric社のフォトディテクターは蛍光ミニキューブにセンサー部分を内蔵することで、受光感度を高めたモデル (iIFMC, iFMC, RFMC) を用意しています。

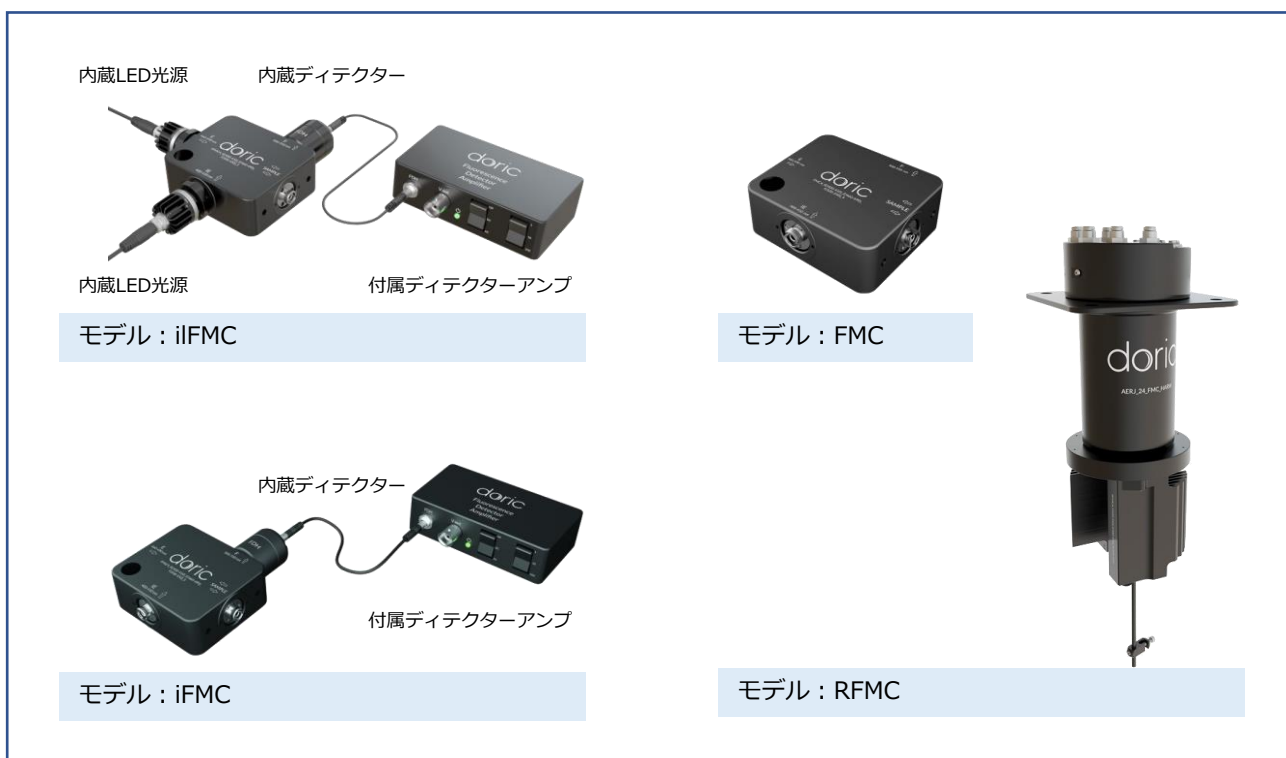
Doric社の蛍光ミニキューブには大きく分けて4つのモデルがあります。



Q. 蛍光ミニキューブの種類が多く、どれを選択したら良いかわかりません。

蛍光ミニキューブには付属機能の違いにより下記の4つのタイプ (iIFMC, iFMC, FMC, RFMC) があります。まず、タイプをお選びいただき、次にご用途にあったポートモデル (次ページ参照) をお選びください。どのタイプをお選びいただいても (RFMCを除く) システム全体の価格は、ほとんど同じです。

タイプ	LED光源	フォトディテクター	ロータリージョイント	メリット・デメリット
iIFMC	内蔵	内蔵	外部接続	高感度 (FMC比: +20%程度) 光ファイバーパッチコードおよび電気ケーブル類が最小限で済むため、シンプルで損失の少ない構成が可能。LED光源単体での使用不可。
iFMC	外部接続	内蔵	外部接続	高感度 (FMC比: +20%程度) LED光源は光ファイバーパッチコードで接続のため、接続損失あり。LED光源単体での使用が可能のため、光刺激の構成などにも流用可能。
FMC	外部接続	外部接続	外部接続	拡張性が高い。 LED光源は光ファイバーパッチコードで接続のため、接続損失あり。LED光源単体での使用が可能のため、光刺激の構成などにも流用可能。 フォトディテクターはケーブル接続のため感度が低下 (iIFMC, iFMC比: 約-20%)
RFMC	内蔵	内蔵	一体型	高感度 (FMC比: +20%程度) 本体が回転するため、外部接続のロータリージョイントを使用した構成で発生する回転ノイズがない。本体が大型化。価格が高価。



Q. 蛍光ミニキューブの種類が多く、どれを選択したら良いかわかりません。

蛍光ミニキューブには付属機能の違いにより下記の4つのタイプ (iIFMC, iFMC, FMC, RFMC) があります。まず、タイプをお選びいただき (前ページ参照)、次にご用途にあったポートモデルをお選びください。どのタイプをお選びいただいても (RFMCを除く)、システム全体の価格は同程度になります。

用途別に9つのポートモデルを用意しています。モデル名の記号の意味は下記のとおりです。

ポート (括弧内の数値はその波長)

- IE : 等吸収点励起ポート
- E : 励起ポート
- F : 蛍光受光ポート
- O : オブシン活性化ポート
- S : サンプルへの接続ポート

iIFMC	iFMC	FMC	RFMC	ポートタイプ (搭載ポートおよび波長) *** : iIFMC, iFMC, FMC, RFMC から選択 そのあとの数字3,4,5,6,7はポート数を示します。
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	***3_E(460-490)_F(500-550)_S
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		***3_E(540-570)_F(580-680)_S
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		***4_E(460-490)_F(500-550)_O(580-650)_S
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	***4_IE(400-410)_E(460-490)_F(500-550)_S
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	***4_E(420-445)_F1(460-500)_F2(528-556)_S
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		***5_IE(400-410)_E(460-490)_F(500-550)_O(580-650)_S
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		***5_E1(460-490)_F1(500-540)_E2(555-570)_F2(580-680)_S
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	***6_IE(400-410)_E1(460-490)_F1(500-540)_E2(555-570)_F2(580-680)_S
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		***7_E1(400-410)_F1(420-450)_E2(460-490)_F2(500-540)_E3(555-570)_F3(580-680)_S

モデルごとの紹介は次ページ以降をご覧ください。

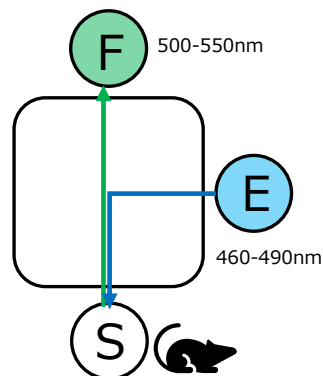


➤ 3ポート GFP蛍光

GFPの励起と蛍光受光用の最もシンプルなモデルです。

- E : GFP励起ポート : 460-490nm
- F : 蛍光受光ポート : 500-550nm
- S : サンプルへの接続ポート

iFMC	iFMC	FMC	RFMC	モデル名
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	***3_E(460-490)_F(500-550)_S

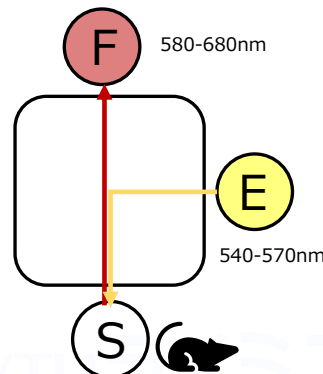


➤ 3ポート RFP蛍光

RFPの励起と蛍光受光用の最もシンプルなモデルです。

- E : RFP励起ポート : 540-570nm
- F : 蛍光受光ポート : 580-680nm
- S : サンプルへの接続ポート

iFMC	iFMC	FMC	RFMC	モデル名
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	***3_E(540-570)_F(580-680)_S

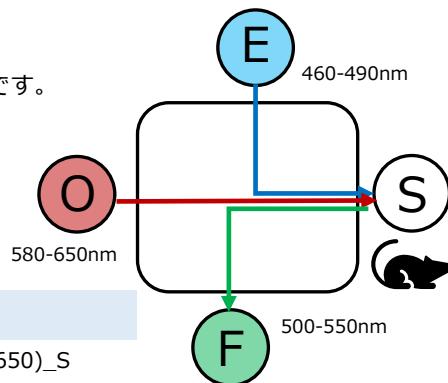


➤ 4ポート GFP + オプシン活性化

GFPの蛍光観察に加えて、赤色オプシンの活性化を行うことができるモデルです。

- E : GFP励起ポート : 460-490nm
- F : 蛍光受光ポート : 500-550nm
- O : オプシン活性化 : 580-650nm
- S : サンプルへの接続ポート

iFMC	iFMC	FMC	RFMC	モデル名
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	***4_E(460-490)_F(500-550)_O(580-650)_S

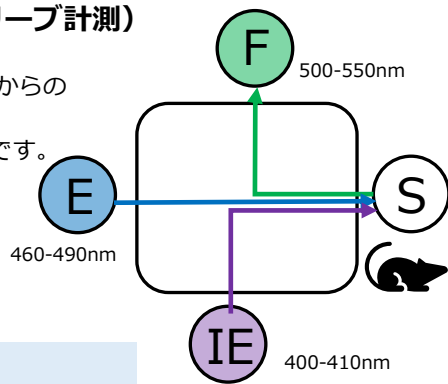


➤ 4ポート GCaMP 励起 + 等吸収点 (ロックイン/インターリーブ計測)

GCaMPの等吸収点 (自家蛍光/バックグラウンド蛍光) の励起とGCaMP励起からの蛍光を1つのディテクターで計測し、それぞれの信号をソフトウェアにて分離する方法で使用するモデルです。現在、最も多く使用されているモデルです。

- IE : GCaMP 等吸収点励起ポート : 400-410nm
- E : GCaMP励起ポート : 460-490nm
- F : 蛍光受光ポート : 500-550nm
- S : サンプルへの接続ポート

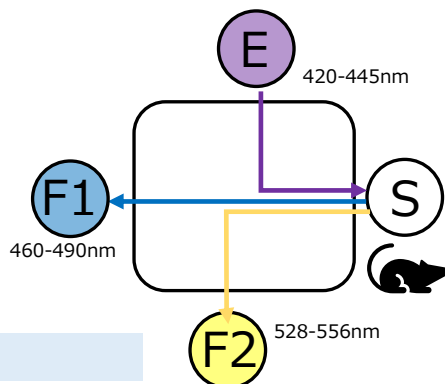
iFMC	iFMC	FMC	RFMC	モデル名
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	***4_IE(400-410)_E(460-490)_F(500-550)_S



## ➤ 4ポート FRET

FRET用のモデルで、420-445nmでドナーを励起し、ドナーからの蛍光とアクセプターからの蛍光をそれぞれ別のポートで受光します。

- E : ドナー励起ポート : 420-445nm
- F1 : ドナー蛍光受光ポート : 460-490nm
- F2 : アクセプター蛍光受光ポート : 528-556nm
- S : サンプルへの接続ポート

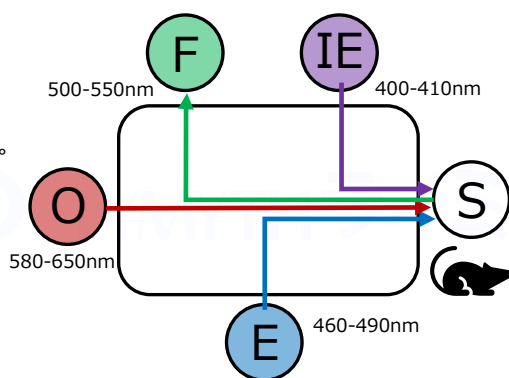


iIFMC	iFMC	FMC	RFMC	モデル名
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	***4_E(420-445)_F1(460-490)_F2(528-556)_S

## ➤ 5ポート GCaMP 励起・等吸収点 + オプシン活性化

GCaMPの等吸収点（自家蛍光/バックグラウンド蛍光）の励起とGCaMPの励起からの蛍光を1つのディテクターで計測し、それぞれの信号をソフトウェアにて分離する方法で使用するモデルです。加えて、オプシン活性化用のポートを備えています。

- IE : GCaMP 等吸収点励起ポート : 400-410nm
- E : GCaMP励起ポート : 460-490nm
- F : 蛍光受光ポート : 500-550nm
- O : オプシン活性化ポート : 580-650nm
- S : サンプルへの接続ポート

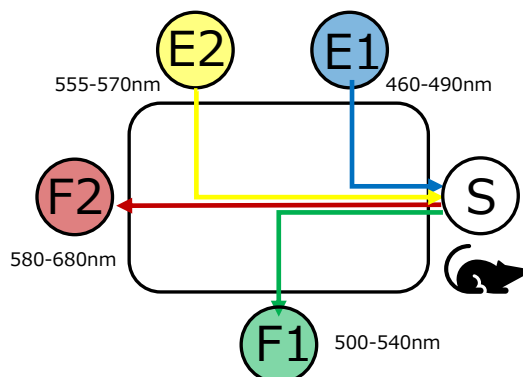


iIFMC	iFMC	FMC	RFMC	モデル名
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	なし	***5_IE(400-410)_E(460-490)_F(500-550)_O(580-650)_S

## ➤ 5ポート 2つの蛍光タンパク質 (GFP + RFP)

GFPの励起と蛍光受光、RFPの励起と蛍光受光をそれぞれ別のポートで行うモデルです。

- E1 : GFP励起ポート : 460-490nm
- F1 : 蛍光受光ポート : 500-540nm
- E2 : RFP励起ポート : 555-570nm
- F2 : 蛍光受光ポート : 580-680nm
- S : サンプルへの接続ポート



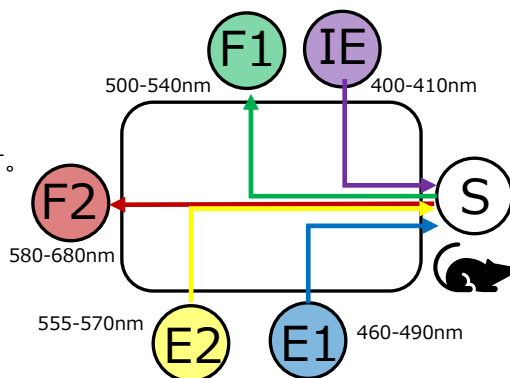
iIFMC	iFMC	FMC	RFMC	モデル名
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	なし	***5_E1(460-490)_F1(500-540)_E2(555-570)_F2(580-680)_S



## ➤ 6ポート GCaMP 励起 + 等吸収点 + RFP

GCaMPの等吸収点（自家蛍光/バックグラウンド蛍光）の励起と GCaMPの励起からの蛍光を1つのディテクターで計測し、それぞれの信号をソフトウェアにて分離する方法で使用するモデルです。加えて、RFPの励起と蛍光受光のポートを備えています。

- IE : GCaMP 等吸収点励起ポート : 400-410nm
- E1 : GCaMP励起ポート : 460-490nm
- F1 : 蛍光受光ポート : 500-540nm
- E2 : RFP励起ポート : 555-570nm
- F2 : 蛍光受光ポート : 580-680nm
- S : サンプルへの接続ポート

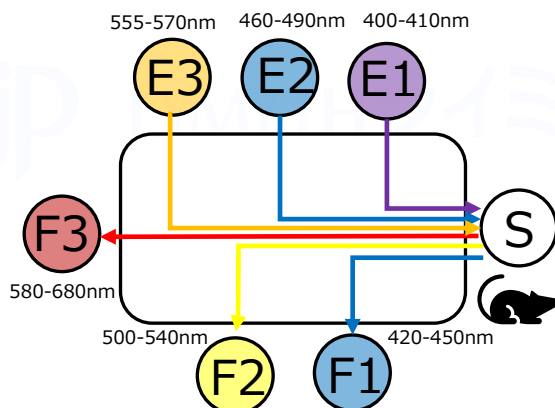


iIFMC	iFMC	FMC	RFMC	モデル名
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	***6_IE(400-410)_E1(460-490)_F1(500-540)_E2(555-570)_F2(580-680)_S

## ➤ 7ポート 3つの蛍光タンパク質

GFPとRFPを含む3つの蛍光タンパク質の励起と受光をそれぞれ別のポートで行うモデルです。

- E1 : 励起ポート : 400-410nm
- F1 : 蛍光受光ポート : 420-450nm
- E2 : GFP励起ポート : 460-490nm
- F2 : 蛍光受光ポート : 500-540nm
- E3 : RFP励起ポート : 555-570nm
- F3 : 蛍光受光ポート : 580-680nm
- S : サンプルへの接続ポート



iIFMC	iFMC	FMC	RFMC	モデル名
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	なし	***7_E1(400-410)_F1(420-450)_E2(460-490)_F2(500-540)_E3(555-570)_F3(580-680)_S



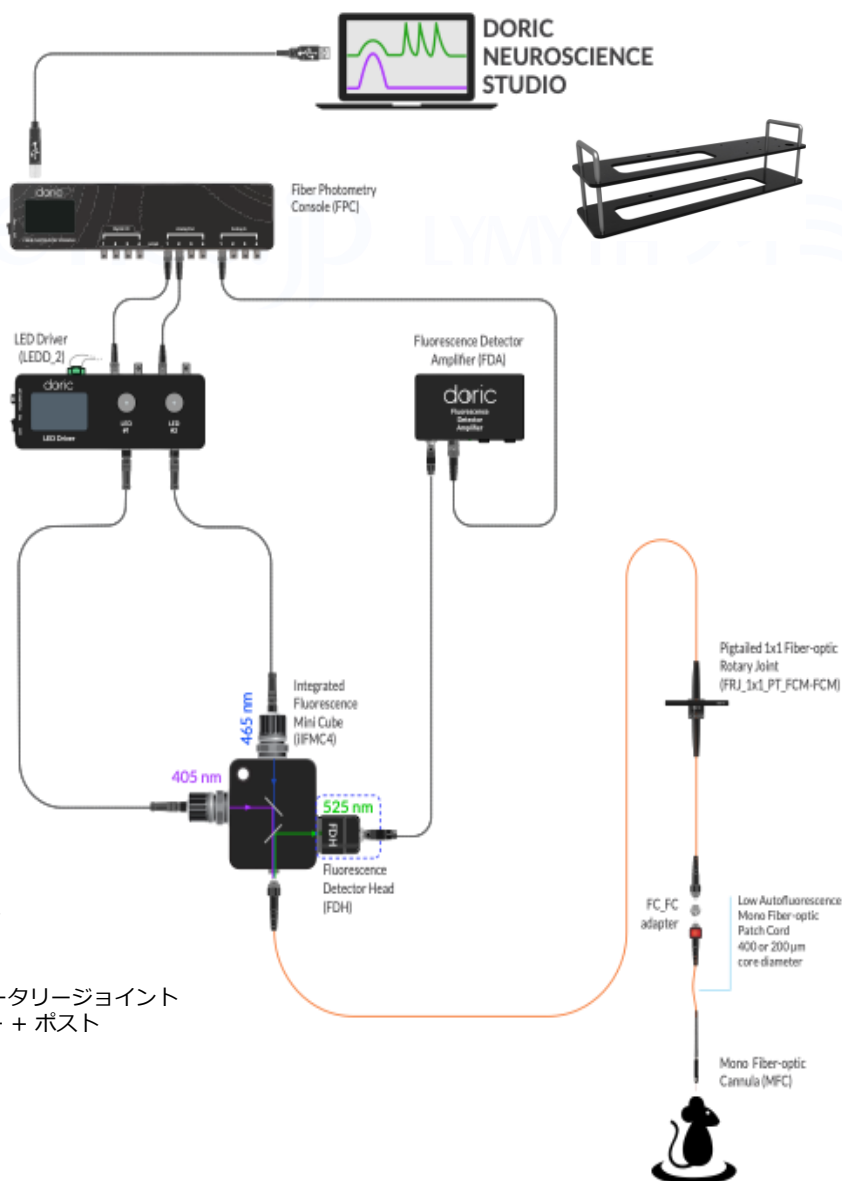
Q. 代表的なファイバーフォトメトリーシステムを教えてください。

いくつかの代表的なシステムを紹介します。お使いになられたい蛍光タンパク質またはご用途に合わせたシステムを弊社にて構成してご提案しますので、お気軽にお問い合わせください。

## ➤ 1か所計測 GCaMP 励起 + 等吸収点 405/465nm

GCaMPの等吸収点（自家蛍光/バックグラウンド蛍光）の励起（405nm）とGCaMP励起（465nm）からの蛍光を1つのディテクターで計測し、それぞれの信号をソフトウェアにてロックインまたはインターリーブ方式で分離する方法で計測します。現在、最も多く使用されているシステムです。

iIFMC	iFMC	FMC	RFMC	使用蛍光ミニキューブ	モデル名
○	○	○	○	***4_IE(400-410)_E(460-490)_F(500-550)_S	



### システム構成機器

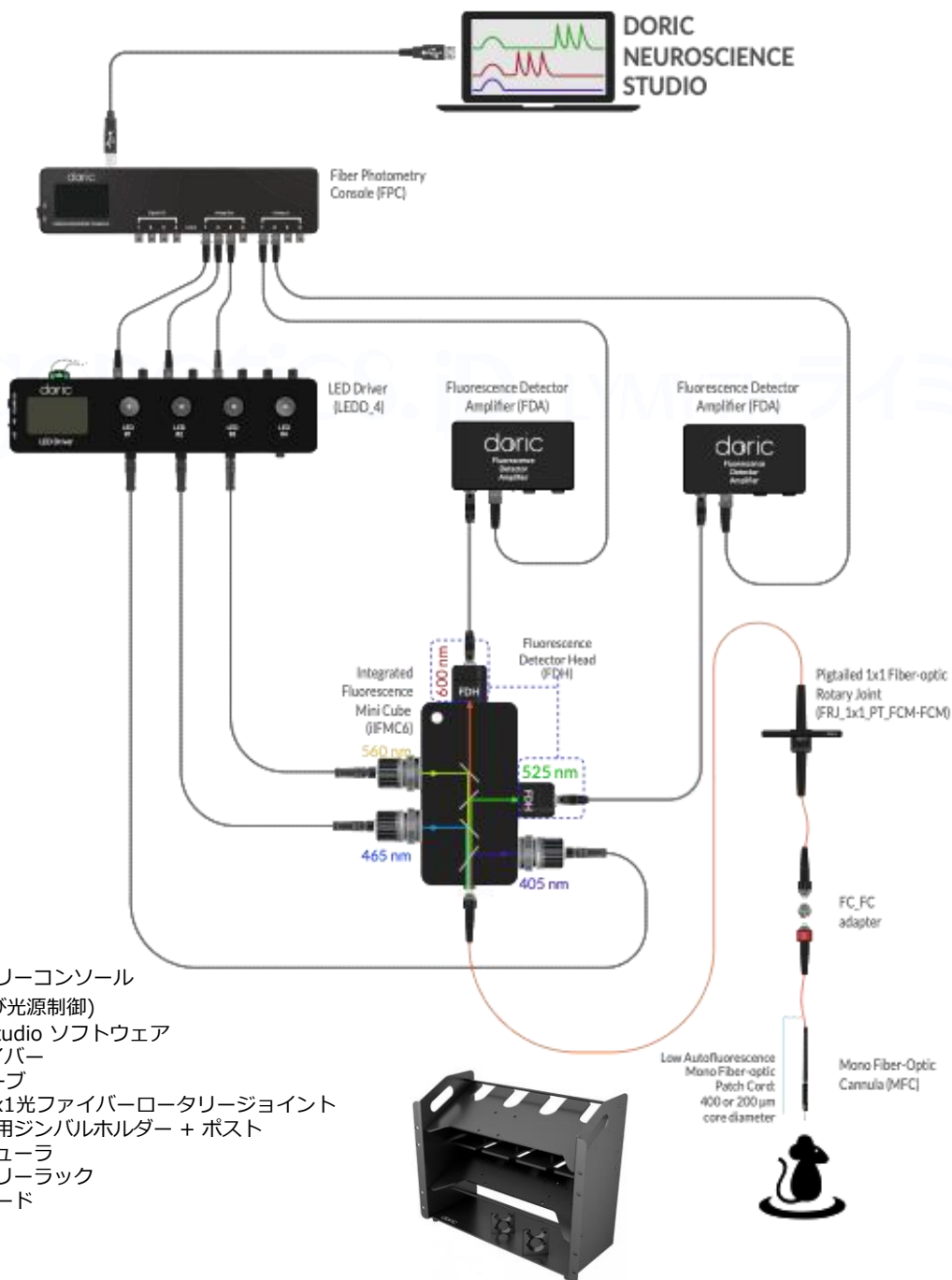
- ファイバーフォトメトリーコンソール  
(データ取得解析および光源制御)
- Doric neuroscience studio ソフトウェア
- 2チャンネルLEDドライバー
- 4ポート蛍光ミニキューブ
- ピッグテールタイプ 1x1光ファイバーロータリージョイント
- ロータリージョイント用ジンバルホルダー + ポスト
- 単心光ファイバーカニューラ
- ファイバーフォトメトリーラック
- 光ファイバーパッチコード
- 電気ケーブル類



## ➤ 1か所計測 GCaMP 励起 + 等吸収点 + RFP 405/465/560nm

GCaMPの等吸収点（自家蛍光/バックグラウンド蛍光）の励起（405nm）とGCaMP励起（465nm）の蛍光を1つのディテクターで計測し、それぞれの信号をソフトウェアにてロックインまたはインターリーブ方式で分離するとともに、それに加えてRFP励起（560nm）の蛍光を計測します。

iIFMC	iFMC	FMC	RFMC	使用蛍光ミニキューブ	モデル名
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	***6_I(400-410)_E1(460-490)_F1(500-540)_E2(555-570)_F2(580-680)_S	



### システム構成機器

- ファイバーフォトメトリーコンソール  
(データ取得解析および光源制御)
- Doric neuroscience studio ソフトウェア
- 2チャンネルLEDドライバー
- 4ポート蛍光ミニキューブ
- ピッグテールタイプ 1x1光ファイバーロータリージョイント
- ロータリージョイント用ジンバルホルダー + ポスト
- 単心光ファイバーカニューラ
- ファイバーフォトメトリーラック
- 光ファイバーパッチコード
- 電気ケーブル類

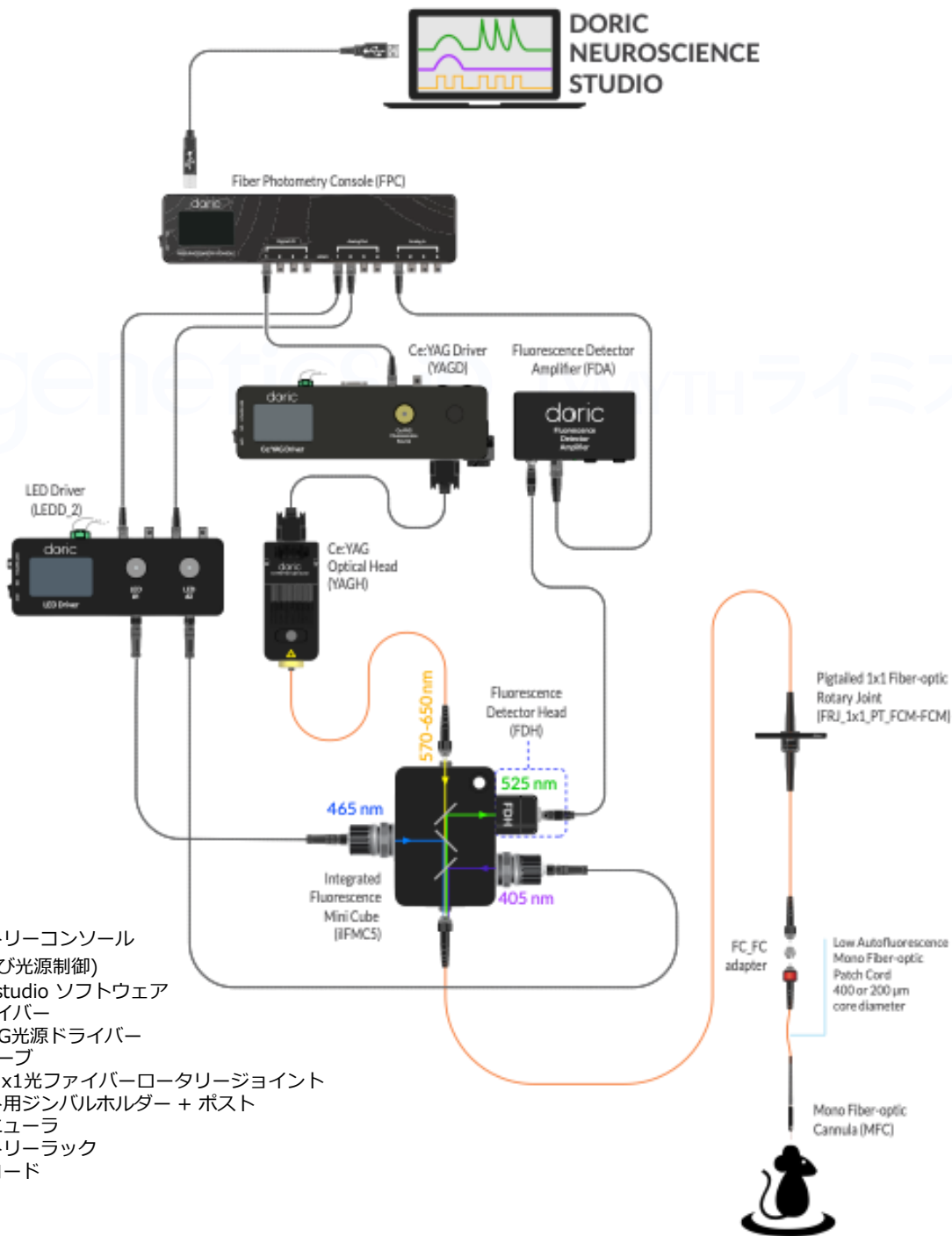




## ➤ 1か所計測 GCaMP 励起・等吸収点 + オプシン活性化 405/465/570-650nm

GCaMPの等吸収点（自家蛍光/バックグラウンド蛍光）の励起（405nm）とGCaMP励起（465nm）からの蛍光を1つのディテクターで計測し、それぞれの信号をソフトウェアにて分離する方法で使用するモデルです。加えて、オプシン活性化用（570-650nm）のポートを備えています。

iIFMC	iFMC	FMC	RFMC	使用蛍光ミニキューブ	モデル名
○	○	○	なし	**5_IE(400-410)_E(460-490)_F(500-550)_O(580-650)_S	



### システム構成機器

- ファイバーフォトメトリーコンソール (データ取得解析および光源制御)
- Doric neuroscience studio ソフトウェア
- 2チャンネルLEDドライバー
- Ce:YAG光源、Ce:YAG光源ドライバー
- 5ポート蛍光ミニキューブ
- ビッグテールタイプ 1x1光ファイバーロータリージョイント
- ロータリージョイント用ジンバルホルダー + ポスト
- 単心光ファイバーカニューラ
- ファイバーフォトメトリーラック
- 光ファイバーパッチコード
- 電気ケーブル類



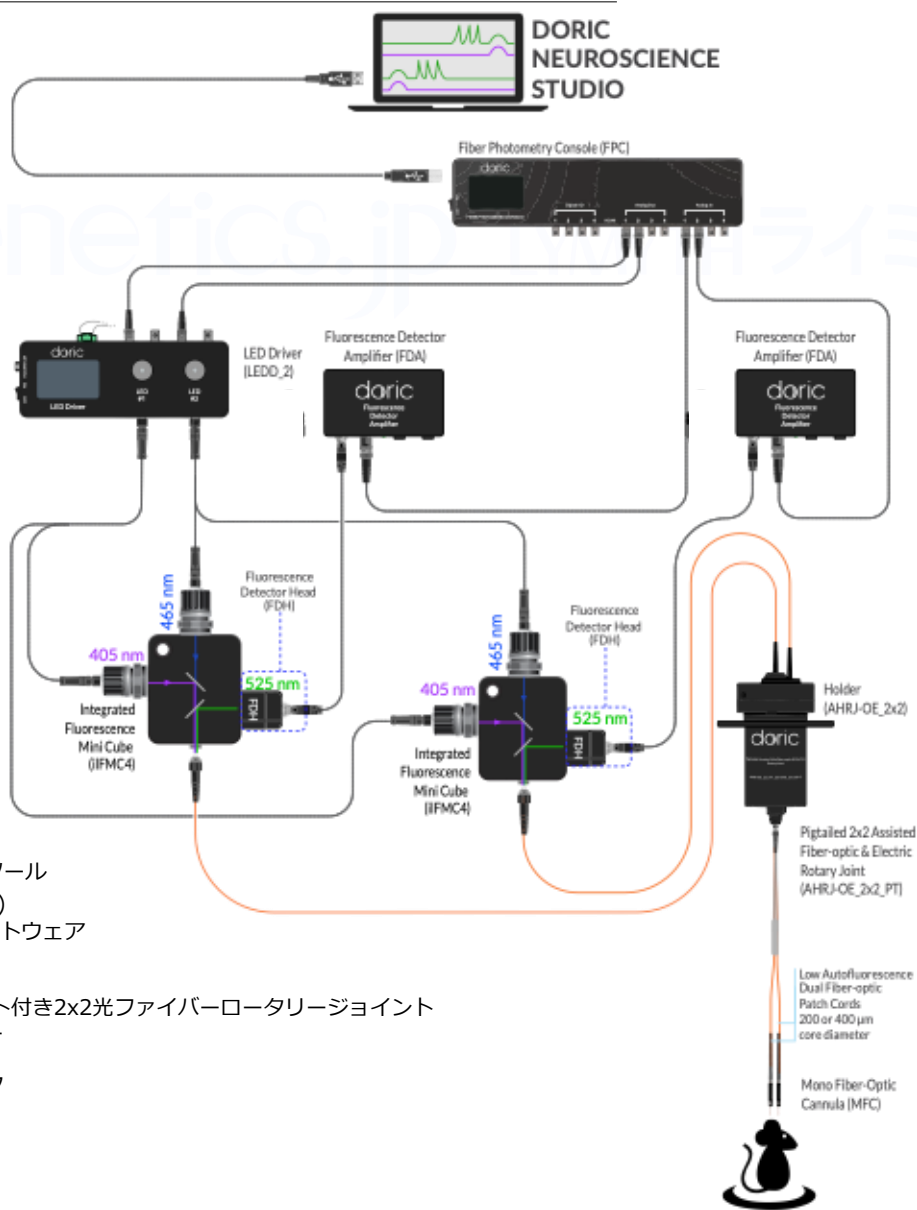
Q. 同時に2か所を計測できる代表的なファイバーフォトメトリーシステムを教えてください。

2か所計測の代表的なシステムを紹介します。この他、お使いになられたい蛍光タンパク質またはご用途に合わせたシステムを構成してご提案しますので、お気軽にお問い合わせください。

## ➤ 2か所計測 GCaMP 励起 + 等吸収点 405/465nm

GCaMPの等吸収点（自家蛍光/バックグラウンド蛍光）の励起（405nm）とGCaMP励起（465nm）からの蛍光を1つのディテクターで計測し、それぞれの信号をソフトウェアにてロックインまたはインターリーブ方式で分離する方法で計測します。一般的な1か所計測ではなく、2か所を同時に計測することのできるシステムです。

iiFMC	iFMC	FMC	RFMC	使用蛍光ミニキューブ	モデル名
○	○	○	なし	***4_IE(400-410)_E(460-490)_F(500-550)_S	



### システム構成機器

- ファイバーフォトメトリーコンソール  
(データ取得解析および光源制御)
- Doric neuroscience studio ソフトウェア
- 2チャンネルLEDドライバー
- 4ポート蛍光ミニキューブ x2台
- ピッグテールタイプ 電動アシスト付き2x2光ファイバーロータリージョイント
- ロータリージョイント用ホルダー
- 単心光ファイバーカニューラ
- ファイバーフォトメトリーラック
- 光ファイバーパッチコード
- 電気ケーブル類



Q. 同時に3か所以上を計測できますか。

フォトディテクターを受光装置として使用するファイバーフォトメトリーシステムでは、2か所計測までが現実的な構成で、それ以上の多点計測は蛍光ミニキューブなどの機器数が多すぎ適していません。別の方法として、**バンドルイメージングファイバーフォトメトリー**という方法が開発されました。フォトディテクターを使用するシステムと比較して、時間解像度と蛍光検出感度を妥協することができれば、多点計測というメリットを得られるシステムです。

バンドル光ファイバー（多分岐光ファイバー）からの画像（光強度変化）をイメージセンサー（CMOSカメラ）で捉えることで、多点を同時に計測し、カメラ側の分析機能で各計測箇所ごとに強度信号を分離します



Q. バンドルイメージングファイバーフォトメトリーでは最大何か所まで同時に計測できますか。

コア径200umの光ファイバーでは最大31か所、  
コア径400umの光ファイバーでは最大12か所を同時に計測することができます。

Q. 代表的なバンドルイメージングファイバーフォトメトリーシステムはありますか。

現在は下記2つのシステムを用意しています。  
詳しくは次ページをご覧ください。

- 6ポート バンドルイメージング ファイバーフォトメトリー GCaMP 励起 + 等吸収点 + RFP 405/465/560nm
- 4ポート バンドルイメージング ファイバーフォトメトリー GCaMP 励起 + 等吸収点 405/465nm

ファイバーフォトメトリーシステム、ファイバーフォトメトリー関連機器に関するご質問がございましたら、ご遠慮なくお問い合わせください。

[ask@optogenetics.jp](mailto:ask@optogenetics.jp)

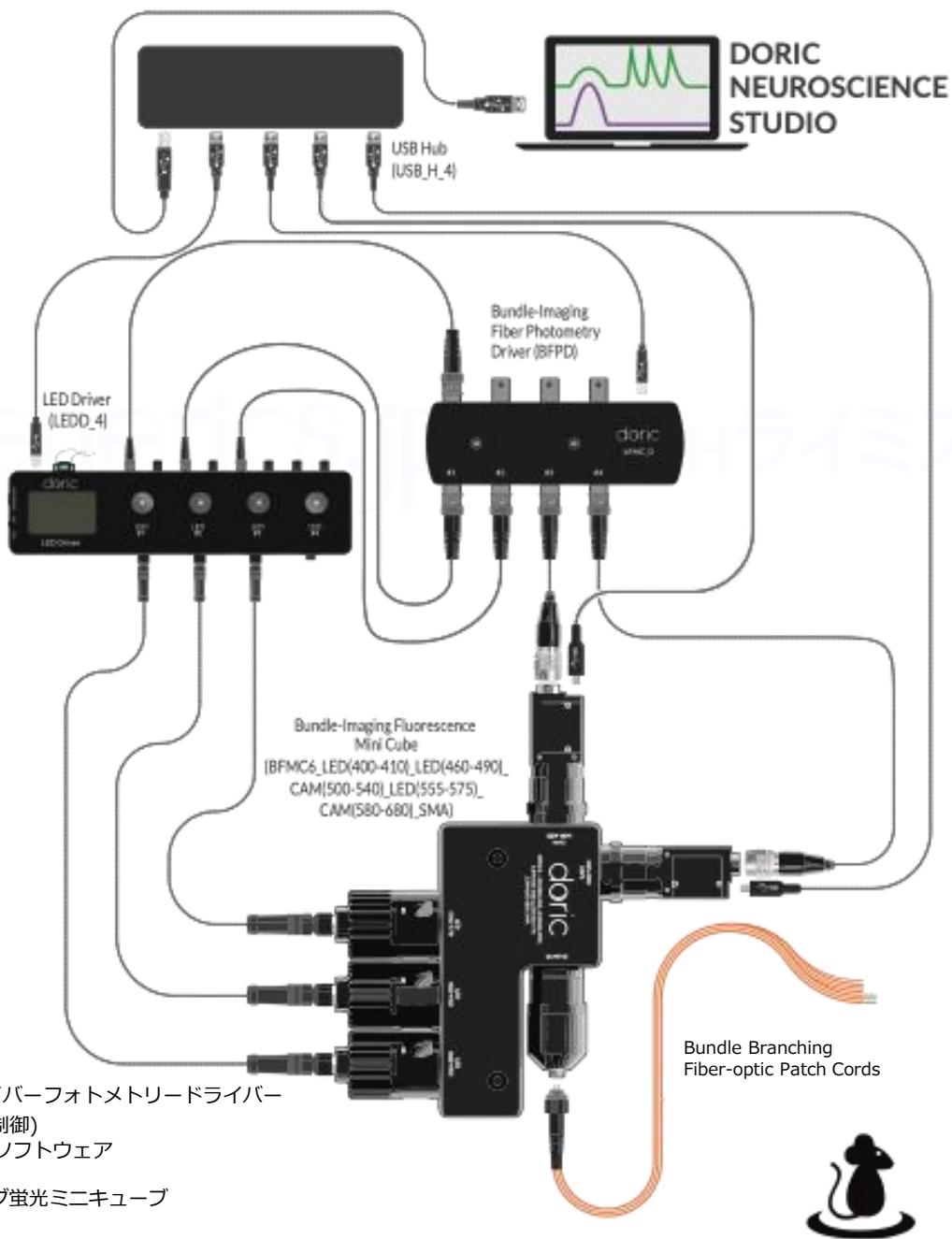
[info@lymyth.jp](mailto:info@lymyth.jp)

<https://www.optogenetics.jp/fiber-photometry/>



## ➤ 6ポート バンドルイメージング ファイバーフォトメトリー CaMP 励起 + 等吸収点 + RFP 405/465/560nm

3つのLED光源（405nm, 465nm, 560nm）と2つのCMOSカメラから構成される、バンドルイメージングファイバーフォトメトリーシステムです。計測はインターリーブ方式です。必ず3つの光源を使用する必要はなく、1つまたは2つの光源での計測も可能なので、当初はGCaMPのみでその後RFPを追加した計測に発展させることもできます。



### システム構成機器

- バンドルイメージング ファイバーフォトメトリードライバー  
(データ取得解析および光源制御)
- Doric neuroscience studio ソフトウェア
- 4チャンネルLEDドライバー
- 6ポートバンドルイメージング蛍光ミニキューブ
- 4ポート USBハブ
- 単心光ファイバーカニューラ
- 専用ラック
- 光ファイバーパッチコード
- 電気ケーブル類

