

ILME-FR7

**free-d インテグレー
ションマニュアル
(AR/VR システム向け)**

SONY

目次

1. はじめに	2
2. 対象モデルとバージョン	2
3. サポートする通信プロトコル (free-d プロトコル)	2
3.1. サポートされている通信物理層とトランスポート層	2
3.2. サポートする free-d メッセージ	3
3.3. サポートするメタデータの説明	3
4. トラッキング情報の送信間隔	11
5. AR/VR 環境のレンズキャリブレーションにおける推奨設定	12
5.1. E マウントの電動ズームレンズのキャリブレーション	12
5.2. レンズの自動歪曲収差補正	12
5.3. レンズのブリージング補正	13
5.4. ズームタイプ	14
5.5. レンズの手ブレ補正スイッチ	15
5.6. カメラのセンサー中心位置と回転中心の位置関係	15
6. 制約事項	17
6.1. スロー&クイックモーション機能有効時の制約	17
6.2. トラッキング情報の同時送信数	17
6.3. 外部からの同期信号受信中におけるトラッキング情報の送信	17
6.4. 映像および音声のストリーミングとの同時使用	17
6.5. ユーザー操作による性能悪化	17
6.6. ズーム情報に反映されない機能	18
6.7. SDI RAW 出力時の制約	18
7. 商標について	19
変更履歴	20

1. はじめに

本書では、バーチャルスタジオなどのシステムインテグレーションに必要な「トラッキングデータ出力機能」に関する詳細な技術情報について説明します。

本機能は、ILME-FR7 のような遠隔操作による撮影を主用途とした PTZ カメラ(以下、カメラと呼びます)が、そのカメラのパン、チルト、ズーム、フォーカス(以降 PTZF と略します)の位置をリアルタイムで送信するというものです。この機能を利用し、後段の VR /AR ソリューションなどと連携することで、撮影映像と CG を合成して臨場感のある映像を作り出すことができます。

2. 対象モデルとバージョン

製品名	対応するファームウェアバージョン
ILME-FR7	Version 3.00 以降

3. サポートする通信プロトコル (free-d プロトコル)

トラッキングデータ——すなわちカメラの PTZF の位置情報を送信する手段として、バーチャルスタジオなどで広く使用されている free-d プロトコルを採用しています。

free-d プロトコルの仕様そのものについては、一般的に公開されている free-d インストールマニュアルの付録 A、付録 B を参照してください。

3.1. サポートされている通信物理層とトランスポート層

free-d プロトコルにおける物理通信層として RS422/RS485 シリアル通信が想定されていますが、このカメラでは、背面パネルにある RJ-45 [LAN] コネクタを介した Ethernet ベースの物理層を採用しています。既に複数のバーチャルスタジオにおいて UDP/IP を使用した実績が十分にあるのも、採用した一つの理由です。

UDP データ転送に使用するポート番号は 1024～65534 の範囲で任意の番号を指定できます。

3.2. サポートする free-d メッセージ

サポートする free-d メッセージは以下のようになります。

➤ D1 メッセージ: 以下のメタデータについて値がセットされます

- カメラ パン角度
- カメラ チルト角度
- カメラ X 軸オフセット位置
- カメラ Y 軸オフセット位置
- カメラ Z 軸オフセット位置
- カメラ ズーム情報
- カメラ フォーカス情報
- アイリス F 値 ※16 ビットのユーザー領域を使用

3.3. サポートするメタデータの説明

本節では、トラッキング情報に含まれる各メタデータの種類と表現形式について説明します。

3.3.1. カメラ パン角度

free-d プロトコル仕様における<PH><PM><PL>領域の 3 バイトは、free-d インストールマニュアルの付録 B.2 の規定に従い、カメラのパン角度がセットされます。

角度は 24 ビットの 2 の補数表現で表します。MSB ビット(ビット 23)は符号ビットであり、次の 8 ビット(ビット 22 から 15)は整数部分、残りのビット(ビット 14 から 0)は小数部分となります。

パン・チルトロックレバーがロック側になっている場合は、実際のパン角度にかかわらず、常に 0 がセットされます。

3.3.2. カメラ チルト角度

free-d プロトコル仕様における<TH><TM><TL>領域の 3 バイトは、free-d インストールマニュアルの付録 B.3 の規定に従い、カメラのチルト角度がセットされます。角度の表現はパン角度のものと全く同じです。カメラの設置方向に合わせて、天吊り設置設定を適切に設定する必要があります(デスクトップ設置時はオフ、天吊り設置時はオン)が、この設定によってチルト角度の範囲が変化することに注意してください。加えて、プロトコル仕様では、チルト角度の範囲は-90° ~ +90° と規定されていますが、実際はその範囲を超えた値がセットされます。パン・チルトロックレバーがロック側になっている場合は、実際のチルト角度にかかわらず、常に 0 がセットされます。

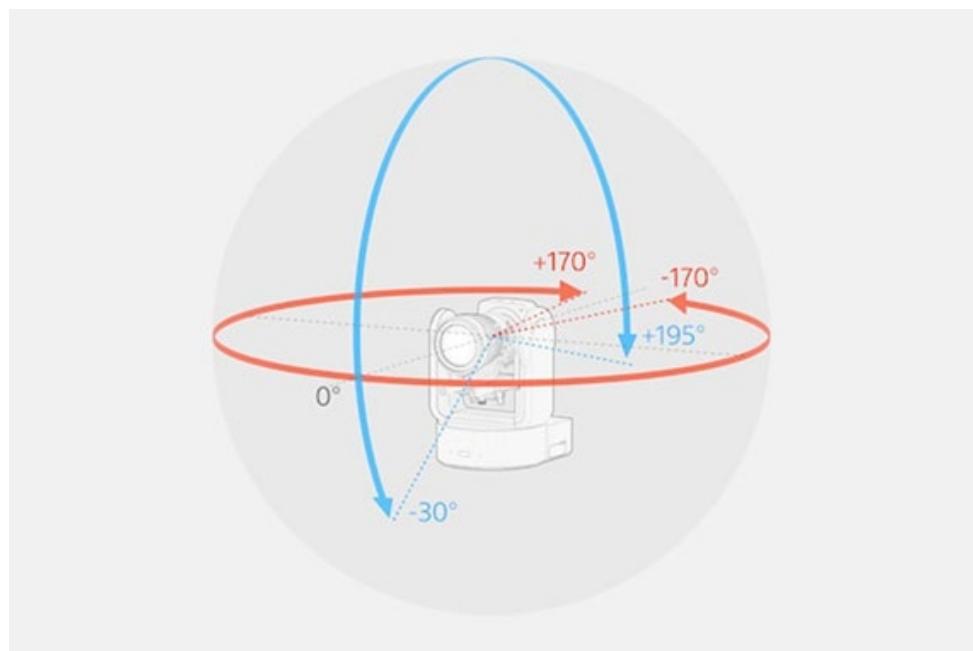


図 1: デスクトップ設置時におけるパン／チルトの角度の範囲

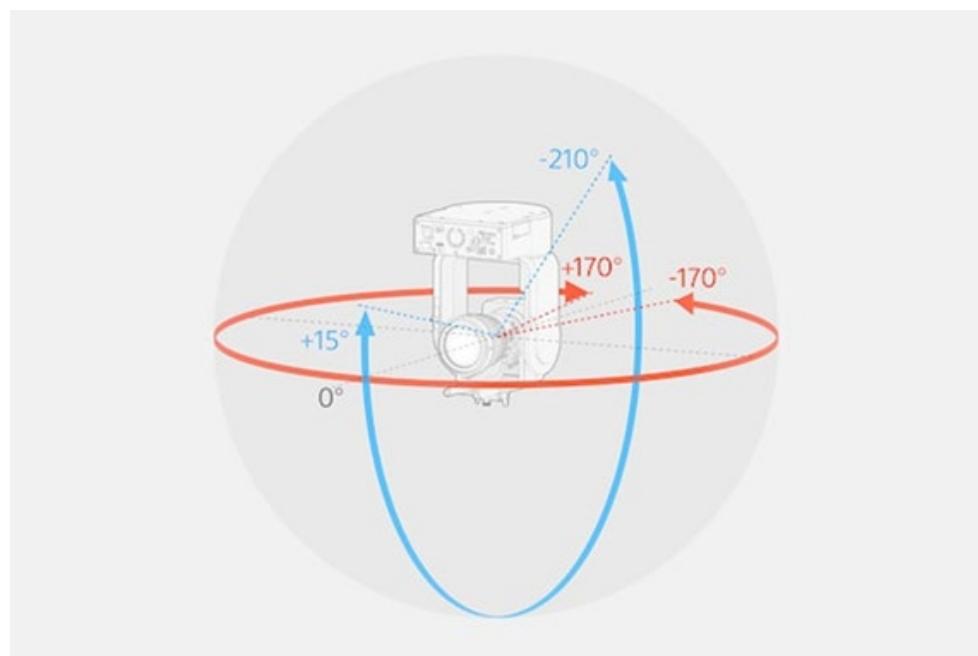


図 2: 天吊り設置時におけるパン／チルトの角度の範囲

3.3.3. カメラ X 軸オフセット位置

free-d プロトコル仕様における<XH><XM><XL>領域の 3 バイトは、free-d インストールマニュアルの付録 B.5 の規定に従い、カメラの X 軸オフセット位置がセットされます。

座標は 24 ビットの 2 の補数表現で表します。MSB ビット(ビット 23)は符号ビットであり、次の 17 ビット(ビット 22 から 6)は整数部分、残りのビット(ビット 5 から 0)は小数部分となります。

3.3.4. カメラ Y 軸オフセット位置

free-d プロトコル仕様における<YH><YM><YL>領域の 3 バイトは、free-d インストールマニュアルの付録 B.6 の規定に従い、カメラの Y 軸オフセット位置がセットされます。

座標は 24 ビットの 2 の補数表現で表します。MSB ビット(ビット 23)は符号ビットであり、次の 17 ビット(ビット 22 から 6)は整数部分、残りのビット(ビット 5 から 0)は小数部分となります。

3.3.5. カメラ Z 軸オフセット位置

free-d プロトコル仕様における<HH><HM><HL>領域の 3 バイトは、free-d インストールマニュアルの付録 B.7 の規定に従い、カメラの Z 軸オフセット位置がセットされます。

座標は 24 ビットの 2 の補数表現で表します。MSB ビット(ビット 23)は符号ビットであり、次の 17 ビット(ビット 22 から 6)は整数部分、残りのビット(ビット 5 から 0)は小数部分となります。

3.3.6. カメラ ズーム情報

free-d プロトコル仕様における<ZH><ZM><ZL>領域の 3 バイトは、free-d インストールマニュアルの付録 B.8 の規定に従い、カメラのズーム情報がセットされます。プロトコルの仕様では情報の表現方法までは規定されていないため、このカメラではレンズ焦点距離をマイクロメートル(ミリメートルの 1/1000)単位の 24 ビットの符号なし数値で表しています。詳細は表 1 をご覧ください。レンズが装着されていない場合、この値は常に 0 がセットされます。

ご注意

- レンズ毎に free-d 出力値の最大値と最小値が異なります。
- 同じ種類のレンズを使う場合でも、個体毎に free-d 出力値の最大値と最小値がばらつく可能性があります。

表 1: ズーム情報出力値と焦点距離の対応 (参考情報)

free-d 出力値 (ズームポジション)	焦点距離 [mm]
000001	0.001
100000	1048.576
200000	2097.152
300000	3145.728
400000	4194.304
500000	5242.88
600000	6291.456
700000	7340.032
800000	8388.608
900000	9437.184
A00000	10485.76
B00000	11534.336
C00000	12582.912
D00000	13631.488
E00000	14680.064
F00000	15728.64
FFFFFF	16777.215

3.3.7. カメラ フォーカス情報

free-d プロトコル仕様における<FH><FM><FL>領域の 3 バイトは、free-d インストールマニュアルの付録 B.9 の規定に従い、カメラのフォーカス情報がセットされます。プロトコルの仕様では情報の表現方法までは規定されていないため、このカメラではフォーカス距離の逆数を 24 ビット符号付きの 18 ビット固定少数で表しています。MSB(ビット 23)は符号部分、MSB 以降の 5 ビット(ビット 22 から 18)は整数部分、LSB 側 18 ビット(ビット 17 から 0)は小数部分となります。ここでの数値が大きいほど、フォーカス距離が近くなります。また、無限遠の場合は、0x000000 がセットされます。詳細は表 2 をご覧ください。より詳細なフォーカス距離とフォーカス情報の変換が必要な場合は式 1 から算出可能です。

$$\text{フォーカス距離} = 2^{18} / \text{フォーカス情報} \quad (1)$$

また、レンズが装着されていない場合、この値は常に 0 がセットされます。

ご注意

- レンズによっては、フォーカス情報の分解能が不十分なものもあります。詳細については表 3 をご参照ください。トラッキング機能を利用する場合は表 3 に載っていないレンズをご利用ください。
- free-d から出力されるフォーカスポジションと実際のフォーカスポジションが∞付近で異なる事があります。
- レンズによっては、最短撮影距離がズーム位置によって変化します。その場合、広角端のズームポジションで最も短くなります。

表 2: フォーカス情報出力値とフォーカス距離の対応(参考情報)

free-d 出力値[hex] (フォーカスポジション)	フォーカス距離 [m]	備考
0	∞	
106	1000.549618	
20C	500.2748092	
369	300.279496	
A3D	100.0167875	
6666	10.00015259	
8000	8	
A000	6.4	
C000	5.333333333	
E000	4.571428571	

10000	4	
18000	2.666666667	
20000	2	
28000	1.6	
30000	1.333333333	
38000	1.142857143	
40000	1	
435E7	0.95	←SELP28135G T 端 MOD*1 (設計値) *2
50000	0.8	
58000	0.727272727	
60000	0.666666667	
68000	0.615384615	
70000	0.571428571	
78000	0.533333333	
80000	0.5	
88000	0.470588235	
90000	0.444444444	
98000	0.421052632	
A0000	0.4	←SELP28135G W 端 MOD*1 (設計値) *2
B0000	0.363636364	
C0000	0.333333333	
D0000	0.307692308	
F0000	0.266666667	
100000	0.25	
200000	0.125	
280000	0.1	
500000	0.05	
7FFFFF	0.031250004	

*1 MOD:最短撮像距離の略です。

*2 設計値のためレンズ個体毎にばらつきます

表 3: ILME-FR7 におけるトラッキングデータ出力機能に制約があるレンズ(参考情報)

レンズ型番	制約
SEL16F28	
SEL1855	
SEL55210	
SEL18200	
SEL30M35	
SEL24F18Z	
SEL50F18	
SEL1670Z	
SEL1018	
SELP1650	
SEL35F28Z	
SEL2470Z	
SEL18200LE	
SEL20F28	フォーカス情報の分解能が低い(非推奨)
SEL35F18	
SELP18105G	
SEL90M28G	
SEL1850	
SELP18200	
SEL55F18Z	
SEL1635Z	
SEL50M28	
SEL2870	
SEL35F14Z	
SEL28F20	
SELP18110G	
SEL50F18F	

3.3.8. アイリス F 値とフレーム番号

アイリスの情報は、free-d プロトコル仕様における<SH><SL>領域の 2 バイトのうちの下位 12 ビットに、F 値の 100 倍の値が正の符号なし数値としてセットされます。例えば、値が 0x118 (<SH>=0x01, <SL>=0x18) の場合、10 進数では 280 となるので、F 値は F2.8 であることを表します。ここでの数値が大きいほど、レンズのアイリスが暗くなります。

レンズが装着されていない場合、この値は常に 0 がセットされます。また、アイリスがクローズ状態の場合は 0xFFFF がセットされます。アイリスが完全に開いている場合は、装着されたレンズによってセットされる値は異なります。

加えて、<SH>領域の上位 4 ビットには、フレーム番号として 0~15 の数値が繰り返しでセットされます。UDP パケットの到着時間がネットワーク環境やカメラ内の処理負荷などによって変動する場合に、トラッキング情報がどのビデオフレームに対応するかを判断するのに役立ちます。

4. トラッキング情報の送信間隔

トラッキング情報の送信間隔を表 4 に示します。送信間隔は、設定されているシステム周波数と SDI/HDMI 出力フォーマットによって変化します。

表 4: システム周波数、SDI/HDMI 出力フォーマットとトラッキング情報の送信間隔

システム周波数	SDI/HDMI 出力フォーマット	トラッキング情報送信間隔 [msec]
59.94Hz	(問わず)	16.68
50Hz	(問わず)	20.00
29.97Hz	1920×1080PsF/1920x1080i もしくは SDIRAW 出力時	16.68
	それ以外	33.37
25Hz	1920×1080PsF/1920x1080i もしくは SDIRAW 出力時	20.00
	それ以外	40.00
24Hz	(問わず)	41.67
23.98Hz	(問わず)	41.70

5. AR/VR 環境のレンズキャリブレーションにおける推奨設定

本章では、レンズキャリブレーションにおける推奨設定について説明します。自動歪曲収差補正とブリージング補正を有効にする事を推奨します。上記の設定をする事で、レンズキャリブレーションが非常に簡単になります。

5.1. E マウントの電動ズームレンズのキャリブレーション

E マウントの電動ズームレンズを使ってズーム位置を復元するときに、レンズの個体差を補正します。ズーム位置を正確に復元するため、以下の手順で使用するレンズのキャリブレーションを行い、レンズの個体差補正を行ってください。

1. レンズに SERVO/MANUAL スイッチがある場合は、「SERVO」に設定する

ご注意

- 「MANUAL」に設定されていると、レンズは本機からのズーム指示を受け付けません。

2. カメラメニューの [Technical] メニュー > [Lens] の [Lens Calibration] でキャリブレーションを実行する

キャリブレーション実行中はズームが自動的に動き、測定を行います。

キャリブレーションの補正データについて

- キャリブレーションの補正データはレンズ 5 本分を本機に保存できます。6 本目以降は古いデータが上書きされます。
- 装着しているレンズのキャリブレーションデータの有無は Web App 画面の共通部分の  (Camera Status) ボタンを押して表示される [Lens] > [Calibration Data] で確認できます。

5.2. レンズの自動歪曲収差補正

カメラメニューの [Technical] メニュー > [Lens] の [Distortion Comp.] で、レンズの自動歪曲収差補正を Auto に設定してください。

表 5: 自動歪曲収差補正設定

メニュー項目	細目と設定値	工場出荷時の初期設定値	内容
Distortion Comp.	Auto / Off	Auto	自動歪曲収差補正を設定する

ご注意

- 自動歪曲収差補正を有効にすると、画角と画質がわずかに変化します。
- レンズによっては、自動歪曲収差補正を有効に設定していても画角の変化を補正しきれない場合があります。
- 以下のいずれかの条件では、本機能は Off に固定されます。
 - Web メニューまたはカメラメニューの [Shooting] メニュー > [S&Q Motion] の [Setting] が [On]
 - Web メニューまたはカメラメニューの [Project] メニュー > [Rec Format] の [Codec] が [RAW] または [RAW & XAVC-I]
- レンズによっては、自動歪曲収差補正は Auto 固定となります。

5.3. レンズのブリージング補正

カメラメニューの [Technical] メニュー > [Lens] の [Breathing Compensation] で、レンズのブリージング補正を Auto に設定してください。

ブリージングとは、フォーカス位置が変化すると画角変動が起こる現象です。

ブリージング補正を Auto に設定すると、画角が一定になるよう電子的に画像が切り出され、ブリージングのない撮影が可能になります。

表 6: ブリージング補正設定

メニュー項目	細目と設定値	工場出荷時の初期設定値	内容
Breathing Compensation	Auto / Off	Off	レンズのブリージング補正を設定する

ご注意

- ブリージング補正を有効にすると、画角と画質がわずかに変化します。

- レンズによっては、ブリージング補正を有効に設定していても画角の変化を補正しきれない場合があります。
 - ブリージング補正に非対応のレンズが装着されている場合は補正できません。詳細に関しましては、ソニーのレンズ互換性情報サイトをご参照ください。
 - 以下のいずれかの条件では、本機能は Off に固定されます。
 - カメラメニューの [Technical] メニュー > [Lens] の [Distortion Comp.] が [Off]
 - Web メニューまたはカメラメニューの [Shooting] メニュー > [S&Q Motion] の [Setting] が [On]
 - Web メニューまたはカメラメニューの [Project] メニュー > [Rec Format] の [Codec] が [RAW] または [RAW & XAVC-I]

5.4. ズームタイプ

カメラメニューの [Technical] メニュー > [Zoom] の [Zoom Type] で、全画素超解像ズームを Optical Zoom Only に設定してください。

全画素超解像ズームとは画像処理技術によるズーム機能です。

表 7: ズームタイプの設定

メニュー項目	細目と設定値	工場出荷時の初期設定値	内容
Zoom Type	Optical Zoom Only / On(Clear Image Zoom)	Optical Zoom Only	ズームの種類を設定する。

ご注意

- 以下の場合、全画素超解像ズームは使えません。
 - カメラメニューの [Shooting] メニュー > [S&Q Motion] の [Setting] が [On] で [Frame Rate] の設定が 60 fps を超えるとき
 - カメラメニューの [Project] メニュー > [Rec Format] の [Codec] で [RAW] または RAW を含んだ選択肢を設定したとき
- レンズの SERVO/MANUAL 切り替えスイッチを切り替えると、全画素超解像ズームの倍率は 1 倍にリセットされます。
- 全画素超解像ズーム中にピッショオートフォーカス(AF-S)を実行した場合、画面中央付近を優先した AF 動作となります

5.5. レンズの手ブレ補正スイッチ

レンズの手ブレ補正動作はトラッキングデータに反映されません。手ブレ補正スイッチを「OFF」に設定してご使用ください。

5.6. カメラのセンサー中心位置と回転中心の位置関係

VR システムに入力するカメラの基準点は、以下の情報を参考にしてください。

- カメラのセンサー中心位置の高さは底面から 229mm の位置です。床から本機底面までの高さは別途実測してください。
- スライドベース側面に記載されている位置目盛は回転中心からの距離を測定するのに役立ちます。位置目盛と回転中心の光軸方向距離は表 8 を参考にしてください。位置目盛の単位は cm です。
- 目盛より回転中心側にバランス位置があるレンズ装着時は、目盛 5.0 からの距離を実測してください。

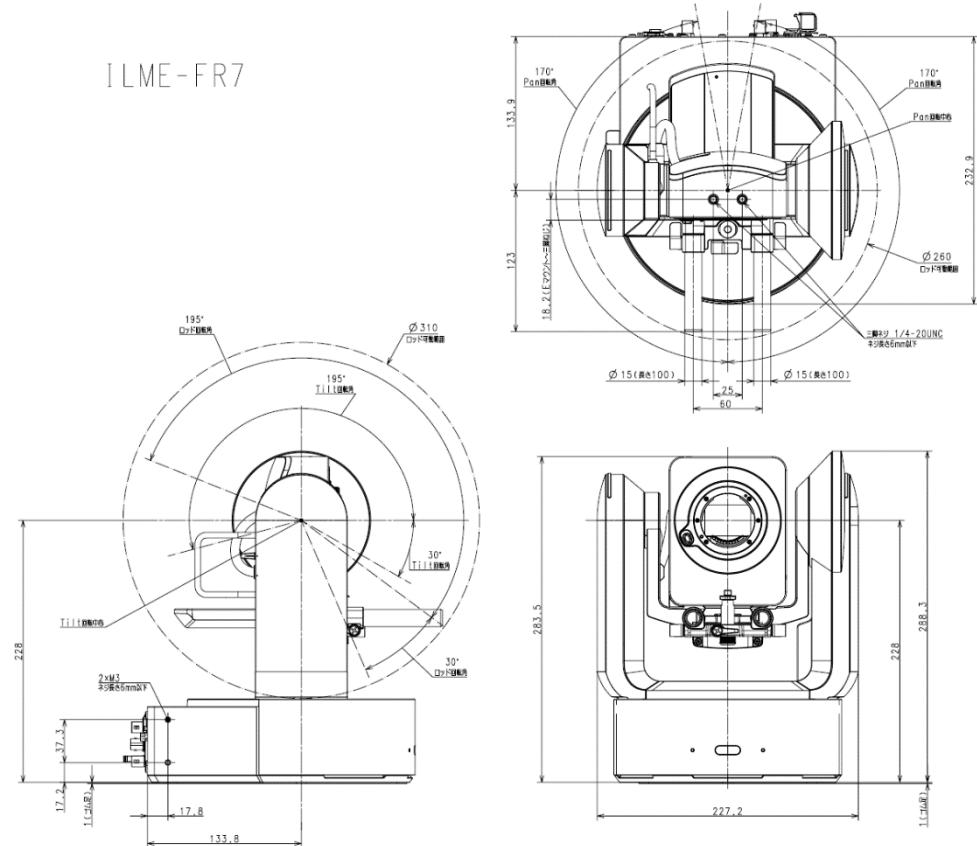


図 3: ILME-FR7 の本体寸法

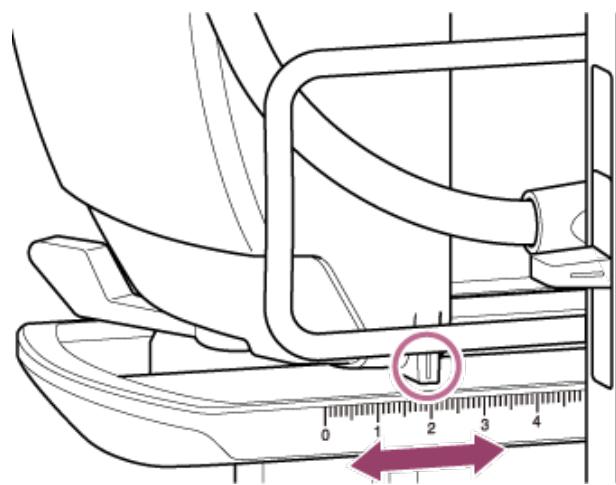


図 4: スライドベースの位置目盛

表 8: スライドベース側面の位置目盛とセンサー中心から回転中心まで間光軸方向距離の関係

位置目盛	回転中心からセンサー中心までの光軸方向距離[mm]
0	87.3
0.5	82.3
1.0	77.3
1.5	72.3
2.0	67.3
2.5	62.3
3.0	57.3
3.5	52.3
4.0	47.3
4.5	42.3
5.0	37.3

6. 制約事項

本章では既知の制約事項について述べます。

6.1. スロー＆クイックモーション機能有効時の制約

スロー＆クイックモーション機能を有効にした場合、トラッキング情報の変化のタイミングと送信のタイミングにズレが生じます。その結果、実際のトラッキング情報が一定速度で変化するような状況において、送出されるトラッキング情報の変化量が一定にならず、揺らいでしまうという症状が起きます。

6.2. トラッキング情報の同時送信数

トラッキング情報の送信先は同時に最大 4 箇所です。

6.3. 外部からの同期信号受信中におけるトラッキング情報の送信

カメラが GENLOCK 端子を介して同期信号を受信する場合、カメラが基準信号との同期を調整中の間はトラッキング情報を送信できません。同期が完了すると、トラッキング情報の送信を再開します。

6.4. 映像および音声のストリーミングとの同時使用

ILME-FR7 は映像および音声のストリーミング機能がありますが、ストリーミングによってネットワーク帯域が占有され、かなりの負荷がかかることに注意してください。具体的な症状として、トラッキング情報伝達の遅延や間隔の揺らぎなどの影響が出る可能性が考えられます。

6.5. ユーザー操作による性能悪化

以下の操作を行った場合、トラッキング情報の出力が遅れたり、出力内容が更新されなかつたり

する場合があります。

- カメラのセットアップメニューを表示する
- 記録クリップのサムネイル一覧を表示する
- 記録クリップを再生する
- Web App の設定画面にて、各種設定を変更したり、何かの処理を実行する

6.6. ズーム情報に反映されない機能

以下の機能による倍率の変動は、トラッキング情報のズーム情報には加味されません。

- ブリージング補正

6.7. SDI RAW 出力時の制約

SDIRAW 出力時の制約は以下の通りです。

- フレームレートが 61Hz 以上 の場合は、トラッキング情報は出力されません

7. 商標について

- “XAVC” および **XAVC** はソニーグループ株式会社の登録商標です。
- HDMI、High-Definition Multimedia Interface、および HDMI ロゴは、米国およびその他の国における HDMI Licensing Administrator, Inc.の商標または、登録商標です。
- その他の各社名および各商品名は各社の登録商標または商標です。なお、本文中ではTM、[®]マークは明記していません。

変更履歴

変更日	バージョン	変更内容
2023年 11月28日	1.00	初版
2023年 12月22日	1.10	カメラレンズのキャリブレーション時の推奨設定に、6.4 ズームタイプを追記
2025年 6月25日	1.20	機能追加(Ver. 3.00)に伴う変更

- 本書の全部または一部を、ソニー株式会社の書面による事前承認なしに、いかなる目的でも複写または譲渡することはできません。
- ソニー株式会社は、本書または本書に含まれる情報を予告なしに変更する場合があります。
- ソニー株式会社は、製品および関連文書に起因する損害、逸失利益、および第三者からの請求に対して、一切の責任を負わないものとします。
- 本書には、それぞれの会社が所有する登録商標および商標が含まれています。