



Baumer HXG

Dual Gigabit Ethernet カメラ用ユーザーガイド



目次：

1. 基本情報	6
2. 安全性についての注意	7
3. 使用上の注意	7
4. 外観	7
5. カメラモデル	8
5.1. HXGカメラ（Cマウント仕様）	8
5.2. HXGカメラ（Fマウント仕様）	9
6. 要求環境仕様	10
6.1. 温度と湿度の範囲	10
6.2. 熱対策	10
6.3. メカニカルテスト	11
7. インターフェイス仕様	12
7.1. インターフェイスのピン配列	12
7.2. 電源とデジタルIOインターフェイスのピン配列	12
7.3. LEDシグナル.....	12
8. レンズ取り付けについて	13
9. 製品仕様	14
9.1. センサー仕様	14
9.1.1. HXGカメラの分光感度特性	14
9.1.2. グローバルシャッター	14
9.1.3. 読み出しタップ数	15
9.1.3. センサー位置	16
9.2. 画像取得タイミング	17
9.2.1. フリーランモード（Free Running Mode）	17
9.2.2. トリガーモード（Trigger Mode）	18
10. ソフトウェア	22
10.1. Baumer-GAPI	22
10.2. サードパーティーソフトウェア	22

11. カメラの機能	23
11.1. 画像取得	23
11.1.1. イメージフォーマット (Image Format)	23
11.1.2. ピクセルフォーマット (Pixel Format)	24
11.1.3. 露光時間 (Exposure Time)	26
11.1.4. ルックアップテーブル (Look-Up-Table)	26
11.1.5. ガンマ補正 (Gamma Correction)	27
11.1.6. パーシャルスキャン / 画素切り出し (Partial Scan / AOI)	27
11.1.7. パーシャルスキャンでの読み出し方法	28
11.1.8. ビニング (Binning)	29
11.1.9. ビニング補正 (Brightness Correction)	30
11.2. カラー調整 - ホワイトバランス (White Balance)	30
11.2.1. ユーザー指定のカラー調整	30
11.2.2. ワンプッシュホワイトバランス	30
11.3. アナログコントロール	31
11.3.1. オフセット / ブラックレベル (offset / Black Level)	31
11.3.2. ゲイン (Gain)	31
11.4. ピクセル補正 (Defect Pixel Correction)	32
11.4.1. 基本情報	32
11.4.2. 補正アルゴリズム	32
11.4.3. 欠陥画素リスト (Defect Pixel List)	32
11.5. シーケンサー (Sequencer)	33
11.5.1. 基本情報	33
11.5.2. 構成例	34
11.5.3. Baumer-GAPI シーケンサーモジュールの仕様	34
11.5.4. ダブルシャッター (Double Shutter)	35
11.6. インターフェイス処理	36
11.6.1. デジタルIO (Digital IOs)	36
11.7. トリガー入力と遅延 (Trigger Input / Trigger Delay)	38
11.7.1. トリガーソース (Trigger Source)	39
11.7.2. デバウンサー (Debouncer)	40
11.7.3. フラッシュ信号 (Flash Signal)	40
11.7.4. タイマー (Timer)	41
11.7.5. カウンター (Counter)	42
11.8. ユーザーセット (User Sets)	42
11.9. 工場設定	42
12. インターフェイス機能	43
12.1. リンクアグリゲーショングループの設定	43
12.1.1. カメラ制御	43
12.1.2. 画像ストリーム	43
12.2. デバイス情報 (Device Information)	44
12.3. Baumer画像情報ヘッダー	45
12.4. パケットサイズとMTU (Maximum Transmission Unit)	45
12.5. インターパケットギャップ (Inter Packet Gap)	46
12.5.1. 例1: マルチカメラでの運用 - 最小のIPG	46
12.5.2. 例2: マルチカメラでの運用 - 最適なIPG	47
12.6. 転送遅延 (Transmission Delay)	48
12.6.1. マルチカメラ運用での転送時間の節約	48
12.6.2. 設定例	49

12.7. マルチキャスト (Multicast)	51
12.8. IPアドレス設定	52
12.8.1. 固定IPアドレス (Persistent IP)	52
12.8.2. DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)	52
12.8.3. LLA (Link-Local Address)	53
12.8.4. 強制IPアドレス (Force IP)	53
12.9. パケット再送	54
12.9.1. 通常時	54
12.9.2. 障害1：データ送信中にパケットが破損した場合	54
12.9.3. 障害2：データ送信中にパケットが到達しなかった場合	55
12.9.4. 終了条件	55
12.10. メッセージチャンネル (Message Channel)	56
12.11. アクションコマンド / ネットワーク経由のトリガー (Action Command)	57
12.11.1. 例：マルチカメラへのトリガー	57
12.11.2. 例：タイムスタンプコマンドの実行	58
13. 開始と停止の挙動	59
13.1. 画像取得の開始と停止	59
13.2. インターフェイスの開始と停止	59
13.3. インターフェイスの一時停止と再開	59
13.4. 画像取得モード	59
13.4.1. フリーラン	59
13.4.2. トリガー	59
13.4.3. シーケンサー	59
14. 画像センサに関する既知の問題	60
14.1. ブラックサン現象 (Black Sun Artifact)	60
14.2. 横線ノイズ現象 (Horizontal Line Artifact)	60
15. クリーニングについて	61
16. 保管と搬送	61
17. 製品の破棄について	61
18. 保証について	62
19. サポートについて	62
20. 適合情報	63
20.1. CE	63
20.2. FCC - Class B デバイス	63
20.3. UL - Class III デバイス	63

1. 基本情報

Baumer社のカメラをご購入いただきありがとうございます。このユーザーガイドではカメラの使用方法やセットアップについて解説しています。



このマニュアルを注意深く読み、安全に使用するための注意書きを順守して下さい。

このユーザーガイドの対象

このユーザーガイドはマシンビジョンシステムにカメラを組み込みたいユーザを対象とします。

コピーライト

このマニュアルの全体および部分的な転載や複製、イラストやフォームの複製に関してはBaumerの許可なしに行う事はできません。また、マニュアルの内容は予告なしに変更される場合があります。

安全な取り扱いに関する注意区分

このユーザーガイド内での注意書きには以下の区分に分類されます。

注意

動作時の注意点や一般的なアドバイスなどを提供します。



警告！



危険な行為の状況を意味します。
危険が回避できない場合、軽症が発生するかもしれません。
あるいは装置が破壊されるかもしれません。

2. 安全性についての注意

何らかの損害を回避するためにもカメラを使用する時には次の安全に関する説明に注意して下さい。

⚠ 警告！



温度が50℃を超えないようにする為にも最適な放熱の仕組みが必要です。

使用直後のカメラの表面はまだ高温の場合があります。
カメラに触れる場合は長時間触るのは避けるよう注意して下さい。

3. 使用上の注意

カメラはPCに搭載されている2つのGigEインターフェイスを使って画像を転送します。

4. 外観



No.	内容	No.	内容
1	レンズマウント	4	デジタルIO端子
2	電源端子	5	GigEポート1番
3	GigEポート0番	6	ステータスLED

5. カメラモデル

5.1. HXGカメラ (Cマウント仕様)



図1 ▼

Baumer HXGカメラ
(Cマウント仕様) の前面
・背面画像

カメラ型番	センサーサイズ	解像度	フルフレーム [max fps]	バーストモード [max fps]
モノクロ				
HXG20	2/3"	2048 x 1088	105	337
HXG40	1"	2048 x 2048	56	180
カラー				
HXG20c	2/3"	2048 x 1088	105	337
HXG40c	1"	2048 x 2048	56	180

ケース図面 (mm単位)

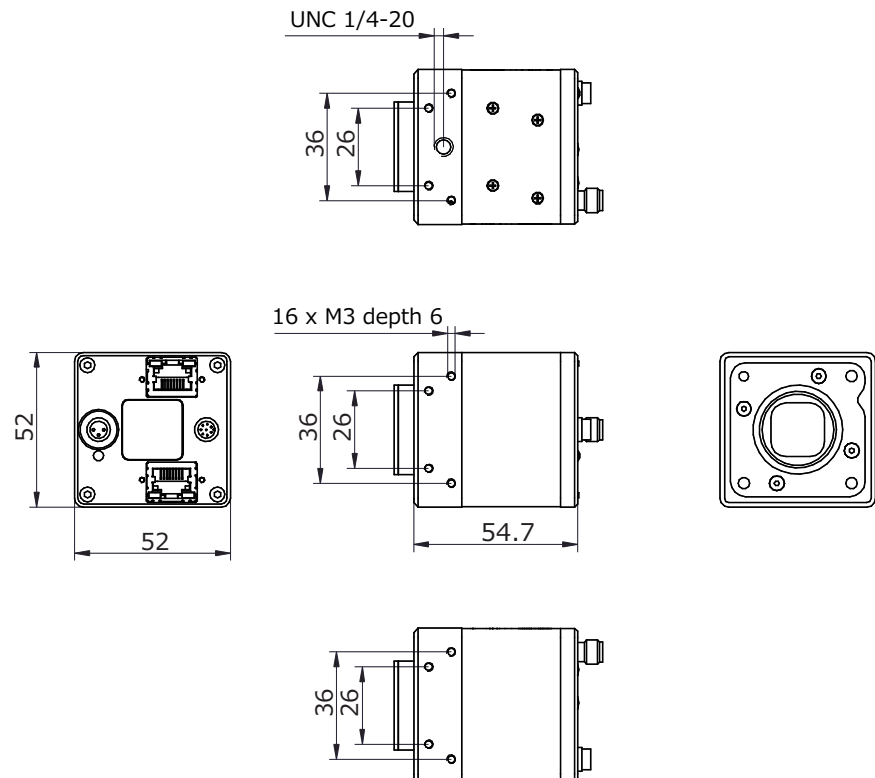


図2 ▼

Baumer HXGカメラ (C
マウント仕様) のケース
図面

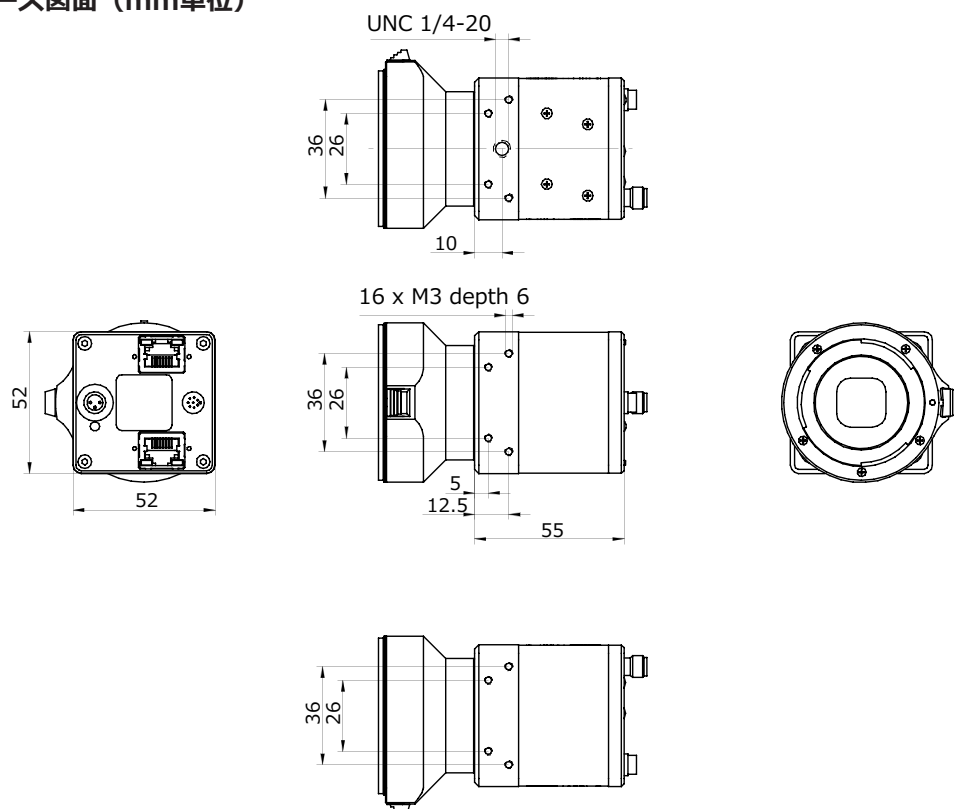
5.2. HXGカメラ (Fマウント仕様)



▼ 図3
Baumer HXGカメラ
(Fマウント仕様)の前面・背面画像

カメラ型番	センサーサイズ	解像度	フルフレーム [max fps]	バーストモード [max fps]
モノクロ				
HXG20-F	2/3"	2048 x 1088	105	337
HXG40-F	1"	2048 x 2048	56	180
カラー				
HXG20c-F	2/3"	2048 x 1088	105	337
HXG40c-F	1"	2048 x 2048	56	180

ケース図面 (mm単位)



▼ 図4
Baumer HXGカメラ
(Fマウント仕様)のケース図面

6. 要求環境仕様

6.1. 温度と湿度の範囲*

温度	
保管時の温度	-10℃ ~ +70℃
動作時の温度*	+5℃ ~ +50℃
ケース温度**)*****)	最高：+50℃

*カメラの内部温度が以下の温度テーブルの各限界温度を超える場合は何らかの冷却方法（ヒートシンクなど）でカメラを冷却する必要があります。

カメラタイプ	限界温度
モノクロ	
HXG20	+50℃
HXG40	+50℃
カラー	
HXG20c	+50℃
HXG40c	+50℃

湿度	
保管・動作時の湿度	10% ~ 90% (結露無きこと)

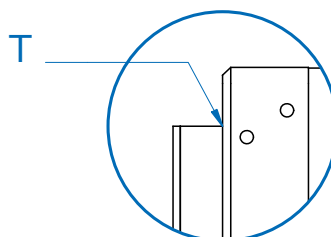


図5 ▼

Baumer HXGカメラの温度計測箇所

6.2. 熱対策

▲ 警告！



温度が50℃を超えないようにする為にも最適な放熱の仕組みが必要です。

使用直後のカメラの表面はまだ高温の場合があります。
カメラに触れる場合は長時間触るのは避けるよう注意して下さい。

カメラを組み込むうえで、さまざまな熱の拡散方法を組み込める可能性があるため、Baumerでは適切に熱を拡散させるための特定の方法を指定しておりませんが、原則として以下の点について留意して下さい。

- カメラを使用する場合必ず設置具にマウントして下さい
- 強制的に空気の対流が起こるようカメラを組み込めば、熱の拡散が適切に供給されるでしょう

*) データシートをご覧ください

**) 温度計測箇所 (T) で測った値

***) ケース温度はセンサー仕様によって制限されます

6.3. メカニカルテスト

環境テスト	規格	パラメータ	
正弦波振動	IEC 60068-2-6	周波数範囲	10-2000 Hz
		片振幅	1.5 mm/s
		振動加速度	1 g
		テスト時間	15 分
広帯域ランダム振動	IEC 60068-2-64	周波数範囲	20-1000 Hz
		振動加速度	10 g
		振動変位	5.7 mm
		テスト時間	300 分
衝撃	IEC 60068-2-27	作用時間	11 ms 6 ms
		振動加速度	50 g / 100 g
衝突	IEC 60068-2-29	作用時間	2 ms
		振動加速度	80 g

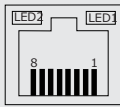
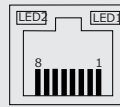
7. インターフェイス仕様

7.1. インターフェイスのピン配列

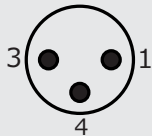
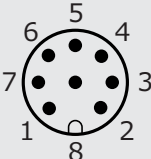
注意

ポート1のコネクタのみがPoE (Power over Ethernet) に対応しています。
(38VDC~57VDC)

データ転送に関してはどちらのポートでも同じです。シングル接続の場合は1ポートのみ接続しデュアル接続の場合は2ポート接続します。順番は関係ありません。

RJ45 コネクタ (Port1)				RJ45 コネクタ (Port2)			
							
1	MX1+ (白緑)	5	MX3- (白青) (negative / positive) Vport	1	MX1+ (白緑)	5	MX3- (白青) (negative / positive) Vport
2	MX1- (緑) (negative / positive) Vport	6	MX2- (橙) (positive / negative) Vport	2	MX1- (緑) (negative / positive) Vport	6	MX2- (橙) (positive / negative) Vport
3	MX2+ (白橙) (positive / negative) Vport	7	MX4+ (白茶)	3	MX2+ (白橙) (positive / negative) Vport	7	MX4+ (白茶)
4	MX3+ (青)	8	MX4- (茶)	4	MX3+ (青)	8	MX4- (茶)

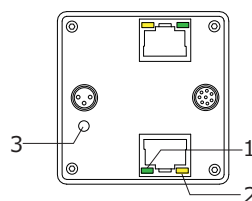
7.2. 電源とデジタルIOインターフェイスのピン配列

電源 M8 コネクタ 3pin			デジタルI/O M8 コネクタ 8pin		
					
1	茶	Power Vcc	1	白	Line 5 (Out)
3	青	GND	2	茶	Line 1 (In)
4	黒	未接続	3	緑	Line 0 (In)
			4	黄色	IO GND
	入力電圧		5	灰色	IO Power Vcc
Power Vcc	20 ~ 30 VDC		6	桃色	Line 3 (Out)
			7	青	Line 4 (Out)
				赤	Line 2 (In)

7.3. LEDシグナル

図6 ▼

Baumer HXGカメラの
LED位置



LED	シグナル	内容
1	緑 / 緑点滅	接続リンクアクティブ / 受信中
2	黄色	送信中
3	緑 / 黄色	電源オン / Readoutアクティブ

8. レンズ取り付けについて

注意

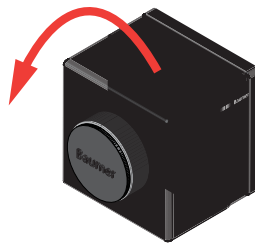
カメラにレンズを取り付ける際にセンサーやレンズが空気中のゴミや微粒子によって汚れるのを回避して下さい。

レンズ取り付け時は以下の点について得に注意して下さい。

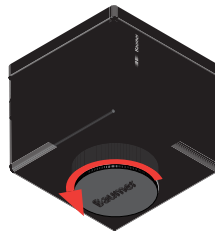
- 可能な限りゴミの無い環境でレンズの取付けを行って下さい。
- カメラとレンズの保護キャップは取付け直前で外して下さい。
- 取付ける時はカメラを下向きにしたまま行って下さい。
(カバーガラスやフィルターの取付けでも同様です)
- カメラやレンズの光学的な表面部分には一切触れないで下さい。

以下の図面はCマウントカメラでのレンズ取り付け方法の図面ですが、Fマウントの場合も同じ方法を用います。

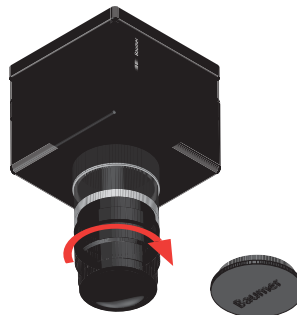
1. カメラのレンズマウントを下に向けます。



2. レンズの保護キャップを外します。



3. レンズを取り付けマウントに固定します。



9. 製品仕様

9.1. センサー仕様

9.1.1. SXGカメラの分光感度特性

BaumerHXGカメラのモノクロとカラーの各分光感度特性は以下の通りです。各分光感度特性はフィルターの無い状態での値です。また、レンズや光源による固有の特性や影響を考慮した表ではありません。尚、これらの表はARコーティングされたカバーガラスのあるセンサーでの結果です。

これらは各センサーメーカーのデータシートに記載されている値です。

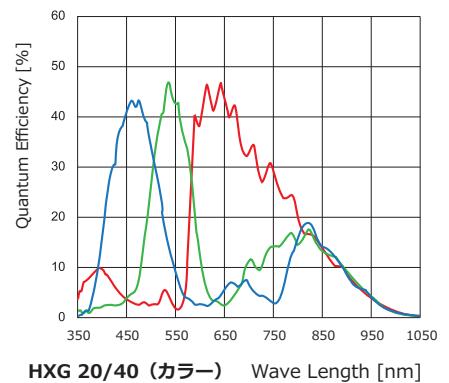
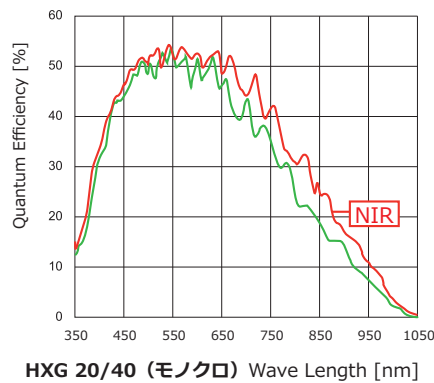


図7 ▼

BaumerHXGカメラの分光感度特性

9.1.2. グローバルシャッター

全てのHXGシリーズのカメラはグローバルシャッターで動作します。

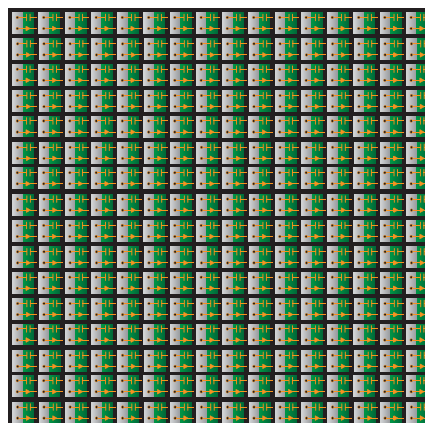
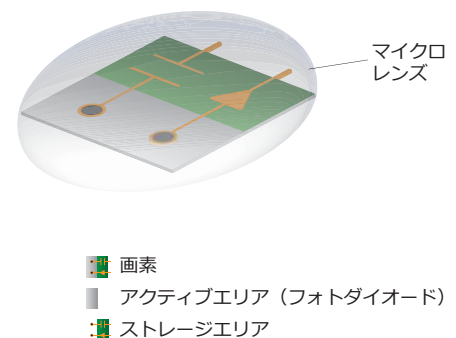


図8 ▼

グローバルシャッターの画像センサーの構造



グローバルシャッターとは、センサー上の全ての画素が同時にリセットされ、その後指定した間隔で露光 (t_{exposure}) を行います。

それぞれの画素にはストレージエリアが設けられており、露光時間が経過後、画素の情報がぐさまストレージエリアに格納されそこから読み出しが行われます。

全ての画素にマイクロレンズ（フォトダイオードに光を集光させるためのレンズ）が設置されていますが、実際はこのストレージエリアによって感度が失われてしまいます。

9.1.3. 読み出しタップ数

センサーのデータ出力速度がデータの読み出し速度よりも早い場合、出力されたデータは読み出されるまでの間内部メモリに格納されます。従って短時間であれば高速な連続画像を取得する事が可能です。もしメモリがいっぱいになった場合は他の画像は一切格納されません。メモリにレコーディングされずに画像は失われてしまいます。

BaumerHXGシリーズのカメラはCMOSISのセンサーを使用しており、最大16チャンネルの並列読み出しが可能です。

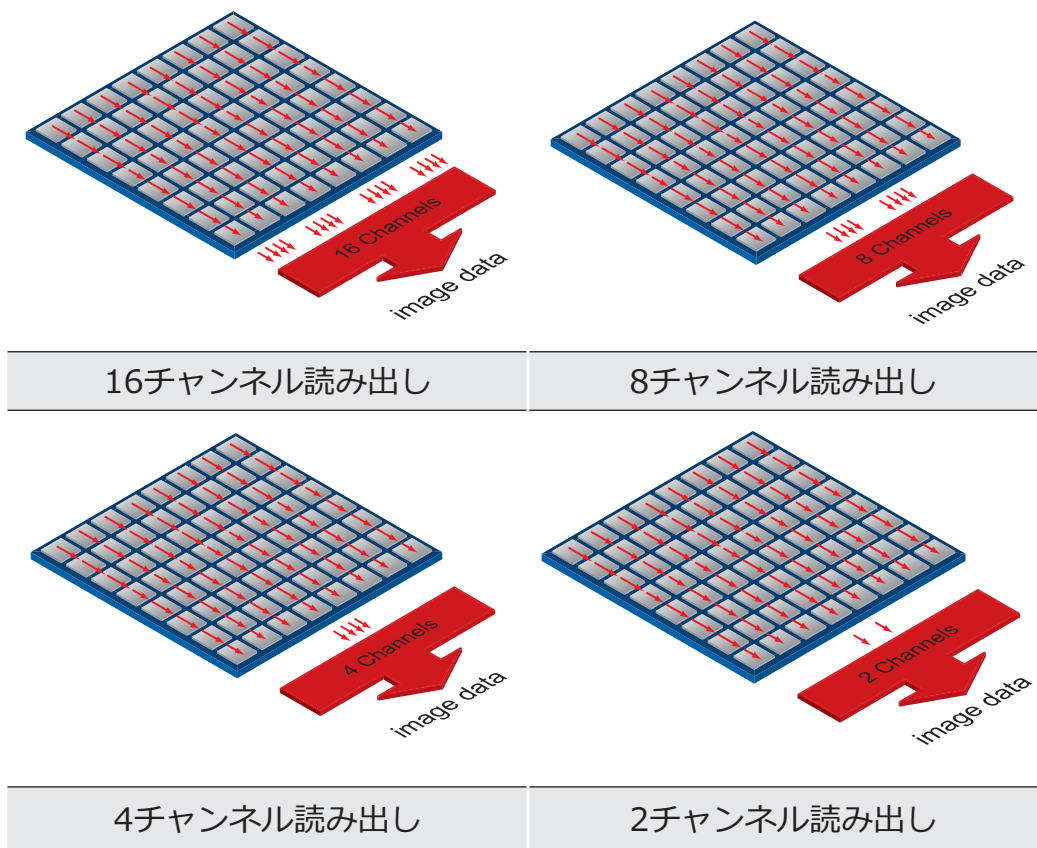
注意

より多くのチャンネルを使用すればフレームレートは向上しますが、より多くの電力が必要になります。

必要なフレームレートに応じたチャンネル数を使用して下さい。

注意

12bit出力のモードでセンサーを使用する場合は、2か4チャンネルでの読み出ししか使用できません。



▼ 図9
BaumerHXGカメラの
読み出しタップ数

9.1.4. センサー位置

各四辺からのセンサー位置の精度についての図面とデータテーブルです。

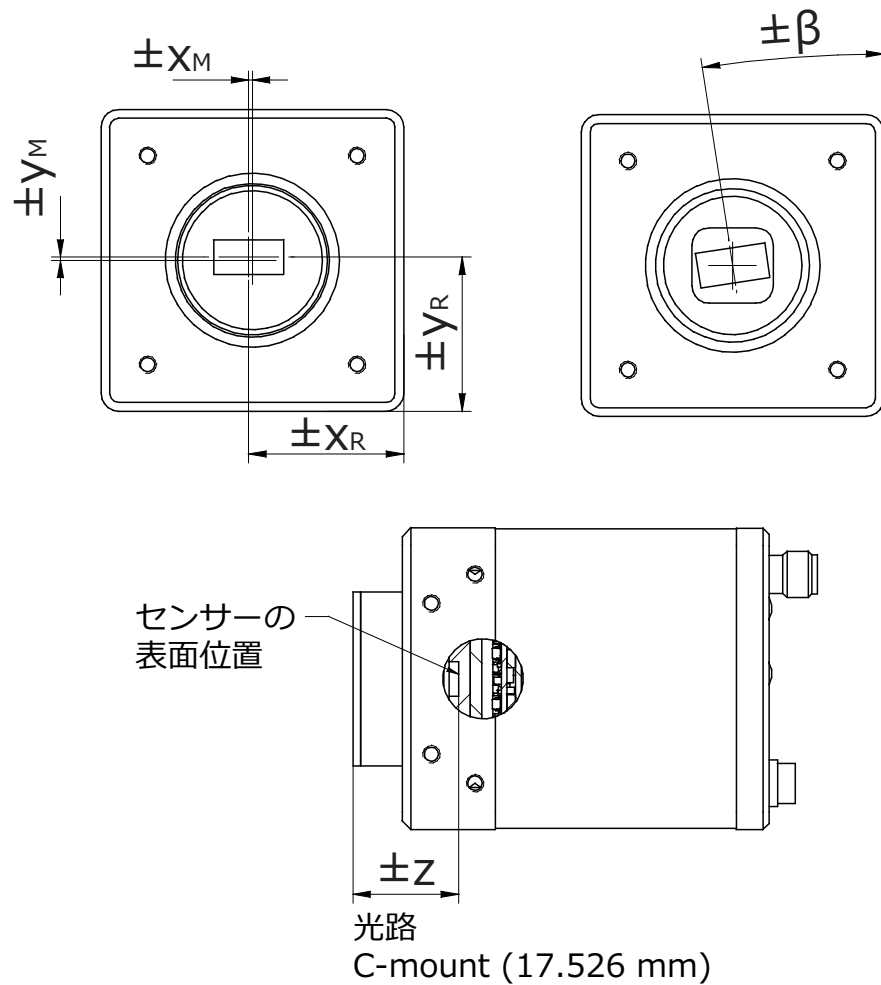


図10 ▼

Baumer HXGカメラの
センサー位置

カメラ型番	$\pm X_{M,typ}$ [mm]	$\pm y_{M,typ}$ [mm]	$\pm X_{R,typ}$ [mm]	$\pm y_{R,typ}$ [mm]	$\pm \beta_{typ}$ [°]	$\pm Z_{typ}$ [mm]
HXG20	0.1	0.1	0.13	0.13	0.76	0.025
HXG40	0.1	0.1	0.13	0.13	0.65	0.025

9.2. 画像取得タイミング

画像の取得は続いて起こる2つの要素で成り立っています。

初めに、センサー上で感度を持つ有効な画素領域で露光 (Exposure) が行われます。

続いて、露光が完了してから画素の輝度値データを読み出します (Readout)。

露光時間 (t_{exposure}) はユーザーによって調整可能です。

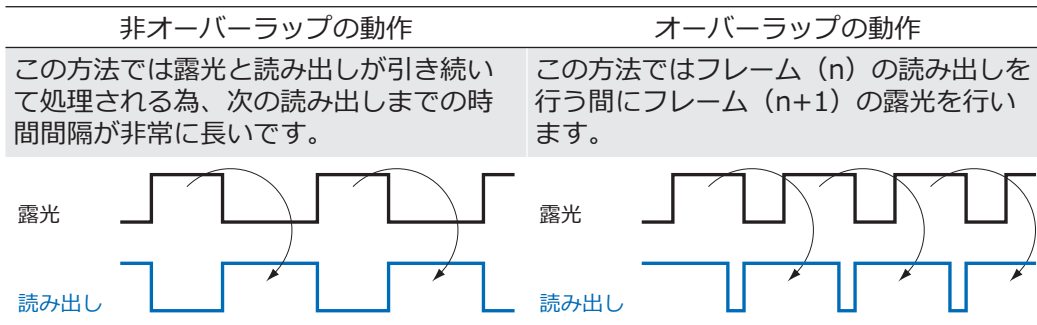
ただし、読み出し時間 (t_{readout}) はセンサーの仕様やイメージフォーマットに依存します。

Baumerのカメラは二つのモードで動作します。

1つはフリーランモード (Free Running) でもう1つはトリガーモード (Trigger Mode) です。

カメラはオーバーラップと非オーバーラップ*) で動作可能です。

露光と読み出しの時間の組み合わせは使用されるモードに依存します。

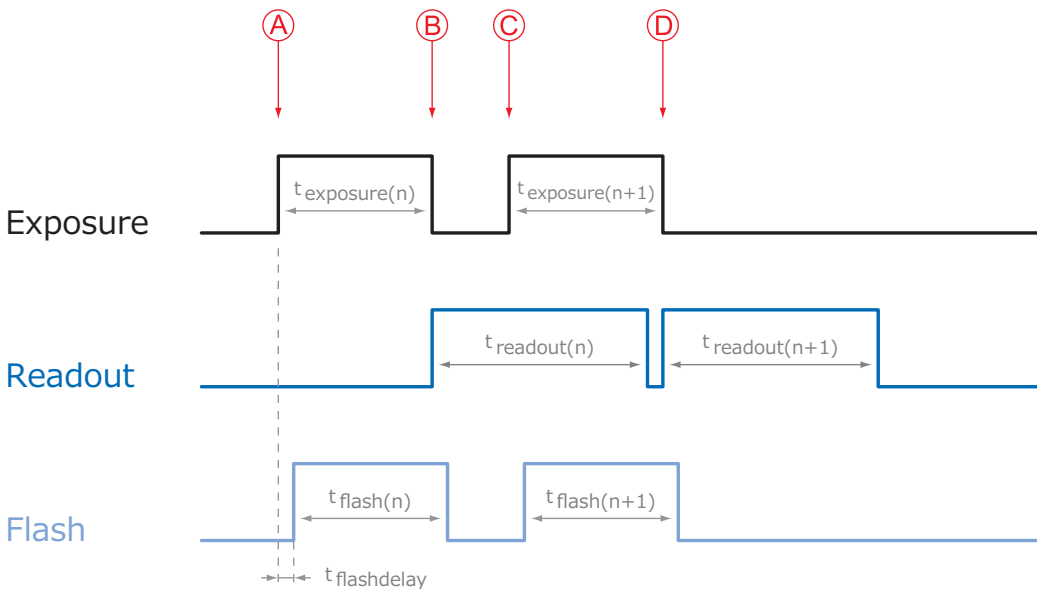


9.2.1. フリーランモード (Free Running Mode)

フリーランモードの場合、カメラは延々と画像を記録し、PCへ送信します。

調整された露光時間 (t_{exposure}) とイメージフォーマットで最適な動作を得るために、カメラはオーバーラップで動作します。

露光時間が読み出し時間と同じかそれより短い ($t_{\text{exposure}} \leq t_{\text{readout}}$) 場合、最大フレームレートは使用されているイメージフォーマットで決まります。長時間露光を行った場合はカメラのフレームレートが低下します。



タイミング:

- A - フレーム (n) の露光を実行
- B - フレーム (n) の画像パラメータを実行
- C - フレーム (n+1) の露光を実行
- D - フレーム (n+1) の画像パラメータを実行

画像パラメータ:

Offset
Gain
Mode
Partial Scan

$$t_{\text{flash}} = t_{\text{exposure}}$$

*) 非オーバーラップでは連続して露光と読み出しが行われます。

9.2.2. トリガーモード (Trigger Mode)

特定の外部イベント (Triggerなど) が起こった後、画像の取得を開始します。カメラは間隔のあるトリガーの使用に応じて非オーバーラップかオーバーラップで動作します。

トリガーモードでのタイミングに関して、以下の基本的な公式を考慮する必要があります。

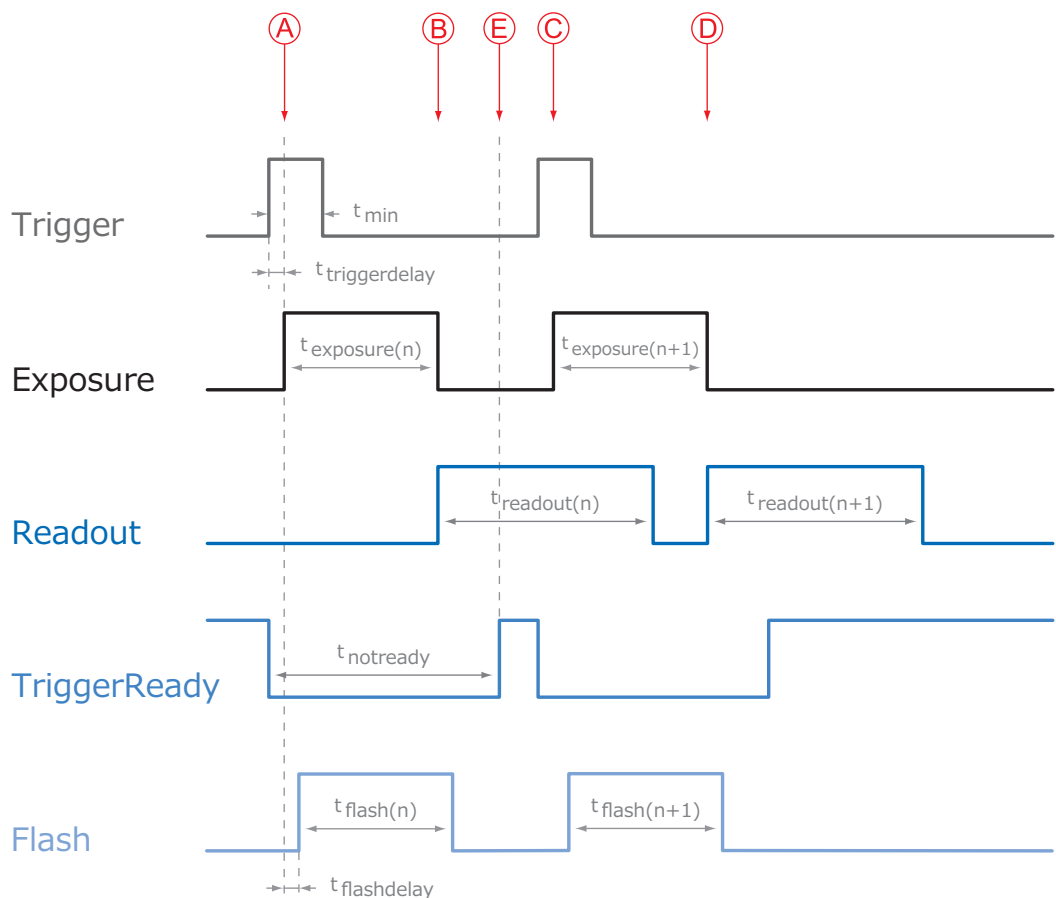
状況	公式
$t_{\text{exposure}} < t_{\text{readout}}$	(1) $t_{\text{earliestpossibletrigger}(n+1)} = t_{\text{readout}(n)} - t_{\text{exposure}(n+1)}$
	(2) $t_{\text{notready}(n+1)} = t_{\text{exposure}(n)} + t_{\text{readout}(n)} - t_{\text{exposure}(n+1)}$
$t_{\text{exposure}} > t_{\text{readout}}$	(3) $t_{\text{earliestpossibletrigger}(n+1)} = t_{\text{exposure}(n)}$
	(4) $t_{\text{notready}(n+1)} = t_{\text{exposure}(n)}$

9.2.2.1. オーバーラップの動作 : $t_{\text{exposure}(n+2)} = t_{\text{exposure}(n+1)}$

オーバーラップ動作の場合、カメラが処理できないタイミングでのトリガー信号の間隔 (t_{notready}) について注意を向けなくてはなりません。この間隔は二つの露光の間に位置します。 t_{notready} の処理時間が過ぎた時、カメラは外部イベントに再び反応できるようになります。

t_{notready} が過ぎた後、(E) のタイミングは最新の画像の読み出し時間 [$t_{\text{readout}(n)}$] と次の画像の露光時間 [$t_{\text{exposure}(n+1)}$] に依存します。そして、再びトリガーを処理できるようになる時間は上記の通り公式で決まります。(1番と3番のケース)

つまり、露光時間が常に同じ場合 t_{notready} は画像を取得してから次の取得まで常に同じです。



タイミング:

- A - フレーム (n) の露光を実行
- B - フレーム (n) の画像パラメータを実行
- C - フレーム (n+1) の露光を実行
- D - フレーム (n+1) の画像パラメータを実行
- E - トリガーを受信可能

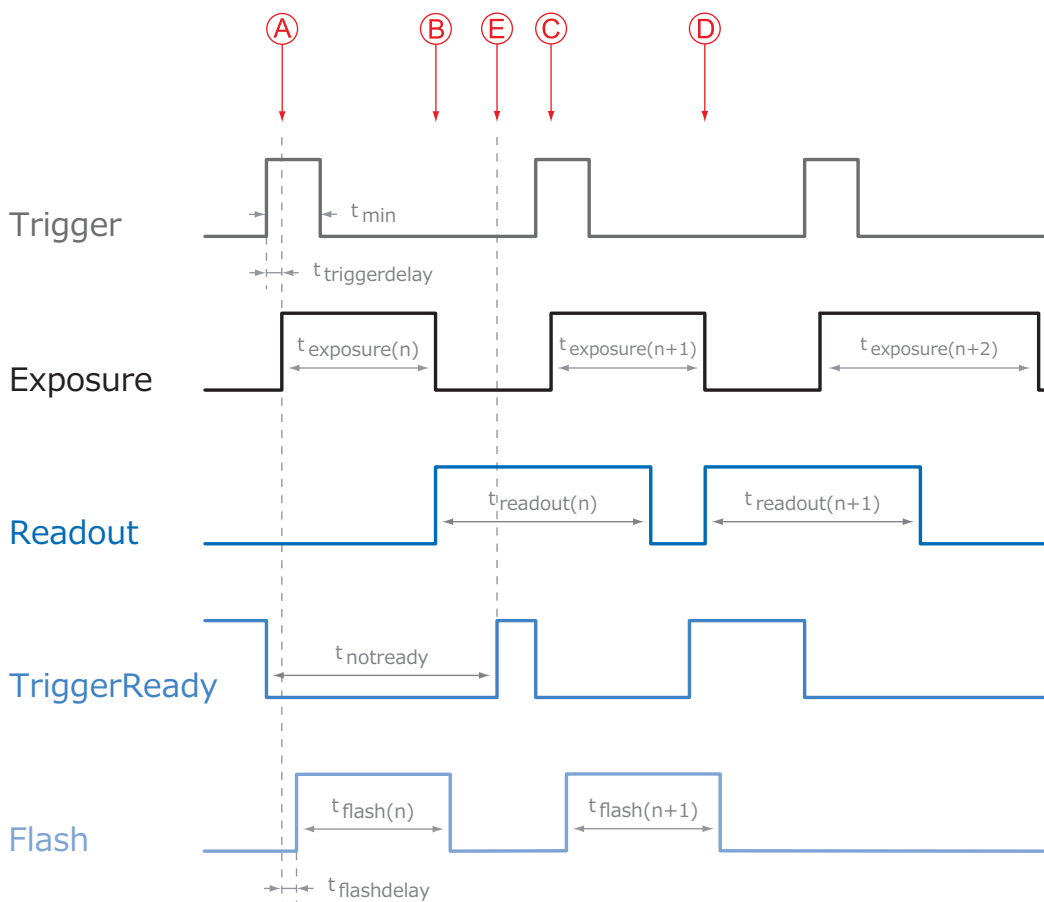
画像パラメータ:

- Offset
- Gain
- Mode
- Partial Scan

9.2.2.2. オーバーラップの動作 : $t_{\text{exposure}(n+2)} > t_{\text{exposure}(n+1)}$

現在取得している画像の露光時間 (t_{exposure}) より、次に取得する画像の露光時間の方が長い場合、発生したトリガー信号をカメラが処理できない時間 (t_{notready}) は減少します。

処理できない時間は上記の公式でシミュレートする事が可能です。(2番と4番のケース)



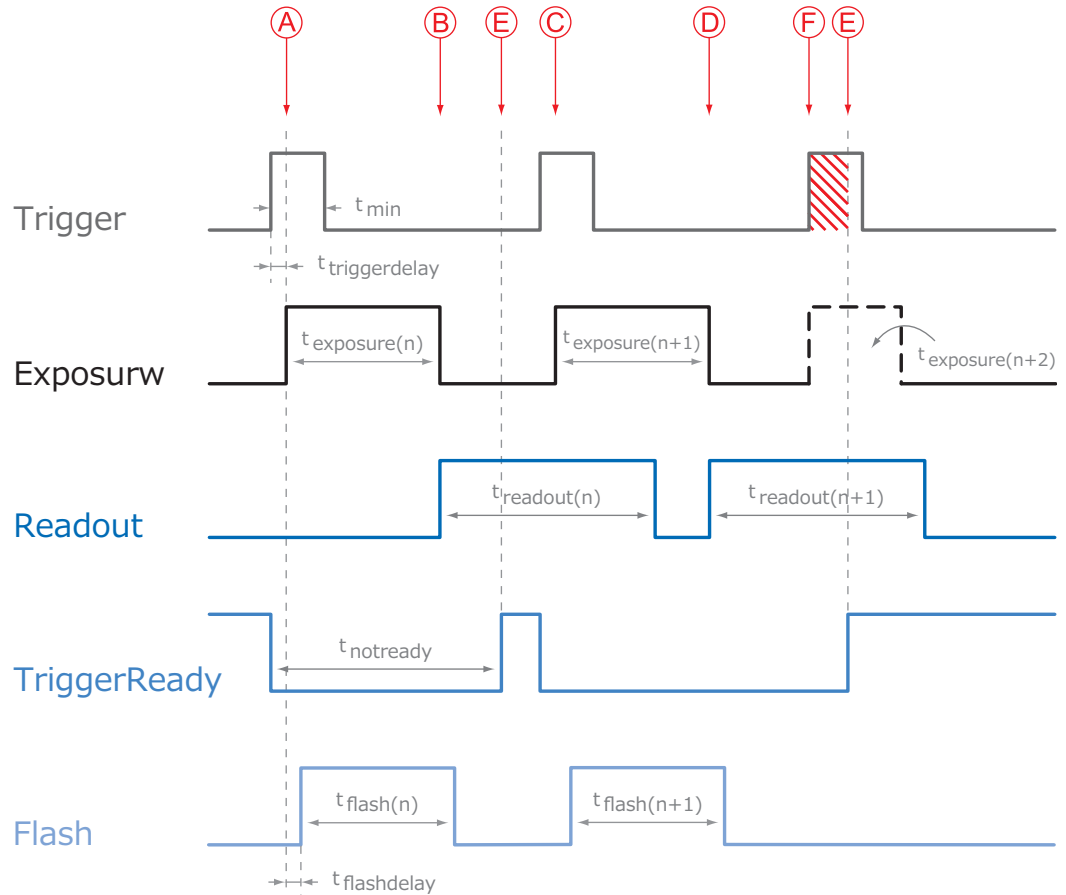
タイミング:	
A	フレーム (n) の露光を実行
B	フレーム (n) の画像パラメータを実行
C	フレーム (n+1) の露光を実行
D	フレーム (n+1) の画像パラメータを実行
E	トリガーを受信可能

画像パラメータ:	
Offset	
Gain	
Mode	
Partial Scan	

9.2.2.3. オーバーラップの動作 : $t_{\text{exposure}(n+2)} < t_{\text{exposure}(n+1)}$

現在取得している画像の露光時間 (t_{exposure}) より、次に取得する画像の露光時間の方が短い場合、発生したトリガー信号をカメラが処理できない時間 (t_{notready}) は増加します。

つまり、 t_{exposure} が減少する時、 t_{notready} は入力されたトリガー中も待機を続けます。カメラは入力されたトリガーによる処理を実行できず、画像の取得は開始されません。(この入力されたトリガーは無視されます)



タイミング :

- A - フレーム (n) の露光を実行
- B - フレーム (n) の画像パラメータを実行
- C - フレーム (n+1) の露光を実行
- D - フレーム (n+1) の画像パラメータを実行
- E - トリガーを受信可能
- F - フレームは開始されずトリガーが無視される

画像パラメータ :

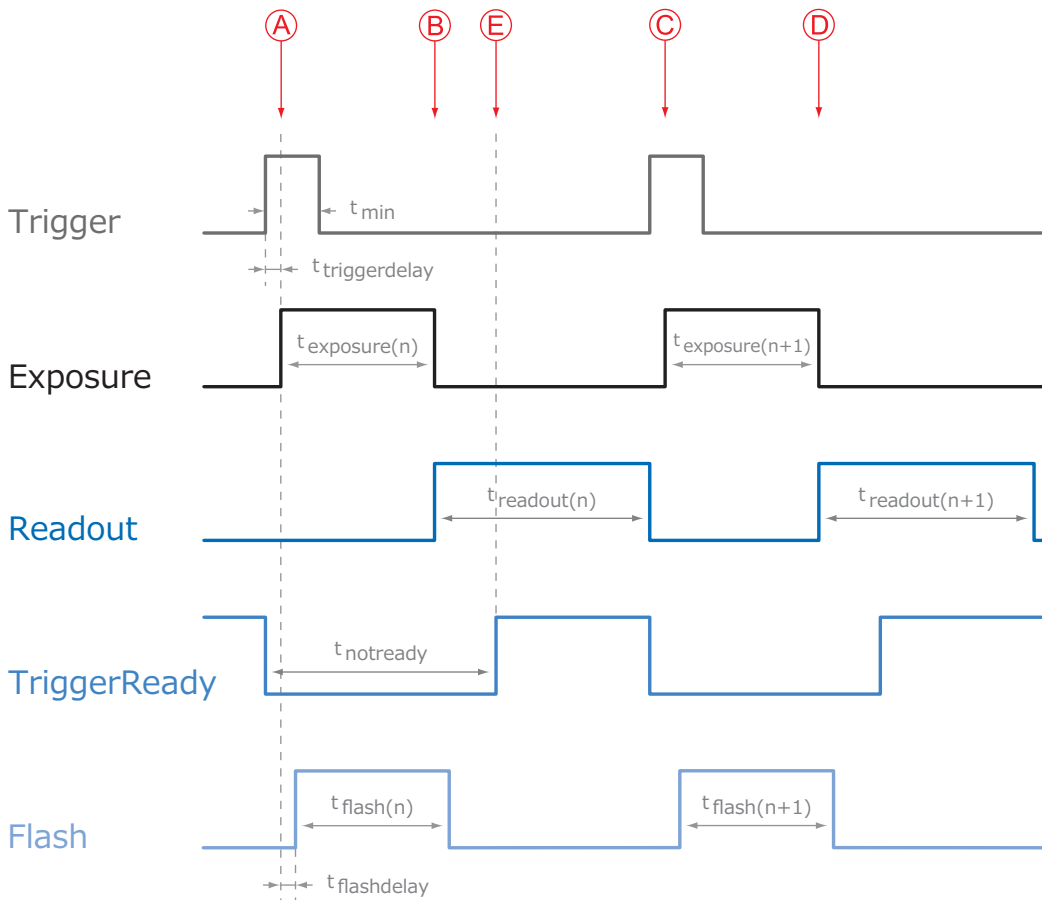
- Offset
- Gain
- Mode
- Partial Scan

注意

特定の周期で提供されるトリガー信号では、このトリガーを無視する現象を回避できません。一般的に、この無視される周期は露光と読み出し時間の組み合わせに依存します。

9.2.2.4. 非オーバーラップの動作

($t_{\text{exposure}} + t_{\text{readout}}$) よりも長い間隔の周期的なトリガー信号を使用した場合、画像の取得は連続で実行され、カメラは非オーバーラップで動作します。



タイミング：	
A	フレーム (n) の露光を実行
B	フレーム (n) の画像パラメータを実行
C	フレーム (n+1) の露光を実行
D	フレーム (n+1) の画像パラメータを実行
E	トリガーを受信可能

画像パラメータ：	
Offset	
Gain	
Mode	
Partial Scan	

10. ソフトウェア

10.1. Baumer-GAPI

Baumer-GAPIとはBaumer製品用の“**Generic Application Programming Interface**”です。このAPIと共に、BaumerはBaumerのGigabitEthernet (GigE)、FireWire™ (IEEE1394)、CameraLink®カメラの制御と最適な統合を提供します。

このソフトウェアインターフェイスでは他のカメラモデルやインターフェイスへの変更が可能です。また、BaumerのGigabitEthernet、FireWire™、CameraLink®インターフェイスのカメラを同時に操作する事も可能です。

このGAPIはWindows (XP / Vista / 7)、Linux (Kernel 2.6.x 以上) をサポートしており、32bit環境下だけではなく64bit環境下でも動作します。また、いくつかのプログラミング言語用にインターフェイスを提供しております。例えば、C、C++や、.NET™Framework (Windows環境下)、Mono (Linux環境下) が提供しているC#、VB.NETなどの言語です。

HXGカメラの機能を使用するにはBGAPI Ver1.7.1以上が必要です。

10.2. サードパーティーソフトウェア

Gen<I>Cam™に準拠しているサードパーティー製のソフトウェア上で、BumerのHXGシリーズのカメラを動作させる事が可能です。

Baumerのカメラが対応しているサードパーティー製のソフトウェアリストは以下の通りです。

- MVTec : HALCON (8.0.2以上)
- National Instruments : LabView (Vision Acquisition Software 8.2.1以上)
- Cognex : VisionPro (5.0以上)
- Matrox Imaging : MIL/MIL-Lite (8.0以上)
- MathWorks : MATLAB (R2010b以上)
- JAI : JAI SDK (1.3.0以上)
- Norpix : Streampix (3.49.0以上)

11. カメラの機能

11.1. 画像取得

11.1.1. イメージフォーマット (Image Format)

通常、デジタルカメラはあるフォーマット（センサーの解像度）に応じた画像データを提供します。

Baumerのカメラはいくつかのイメージフォーマットを提供できます。（カメラタイプに依存）

標準的なカメラとは違い、Baumerのカメラのイメージフォーマットでは解像度だけではなく事前に定義されたパラメーターもセットで内包しています。

それらのパラメータは以下の通りです。

- 解像度（横と縦のピクセル数）
- ビニングモード（チャプター 11.1.8を参照）

カメラ型番	Full frame	Binning 2 x 1	Subsampling 2 x 2
HXG20	■	■	■
HXG40	■	■	■
HXG20c	■	□	□
HXG40c	■	□	□

11.1.2. ピクセルフォーマット (Pixel Format)

Baumerのデジタルカメラでは、ピクセルフォーマットは選択されたイメージフォーマットに依存します。

11.1.2.1. Baumer SXGカメラのピクセルフォーマット

カメラ型番	Mono 8	Mono 10	Mono 12	Bayer GB 8	Bayer GB 10	Bayer GB 12
モノクロ						
HXG20	■	■	■	□	□	□
HXG40	■	■	■	□	□	□
カラー						
HXG20c	□	□	□	■	■	■
HXG40c	□	□	□	■	■	■

11.1.2.2. 定義

注意

以下の項目は基本的なピクセルフォーマットの概要です。カメラが対応しているピクセルフォーマットは上記の表の通りです。

Bayer : カラーセンサー用の生データです。Bayer配列のカラーフィルターがセンサーの直前に設置されており、配列の内容は50%の緑、25%の赤、25%の青で構成されています。

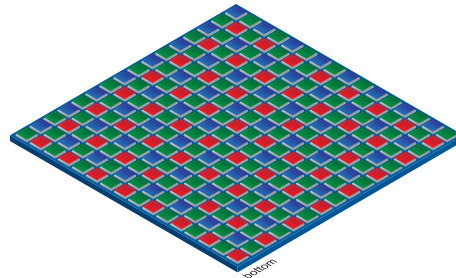
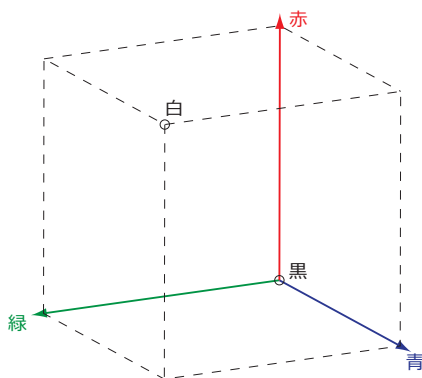


図11 ▼

カラーフィルターの
Bayer配列

Mono : モノクロ。単色のモノクロ濃淡画像で構成された色範囲です。
通常、グレースケールや白黒画像といったモノクロを指す言葉と同義です。

RGB : カラーモデルの一種で、検出可能な3つの色要素、赤、緑、青で構成されています。



表示されている3つの座標はバッファ内に格納されているR,G,Bそれぞれの方向です。

▼ 図12
RGB色空間の
三次元表示

BGR : これはRGBの色の整列を青、緑、赤に再配置したものです。

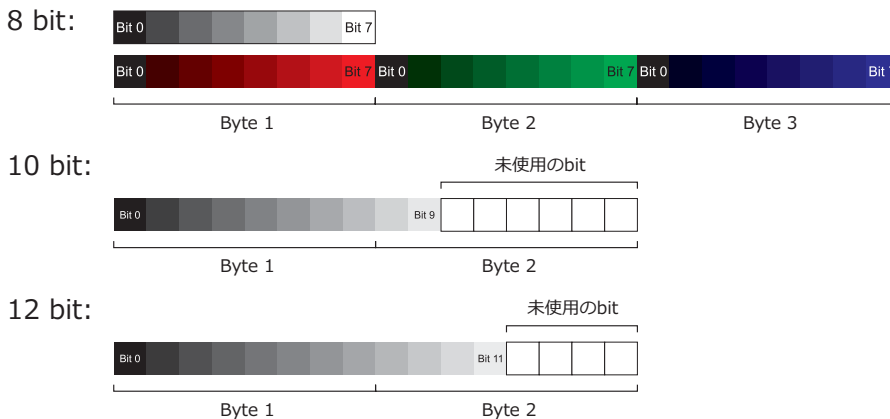
YUV : カラーモデルの一種で、主にPALのTVで使用される圧縮画像規格です。
YUVでは、輝度信号 (Y) に広い帯域幅が割り当てられ、それと共に送信される2つの色差信号 (U、V) には狭い帯域幅が割り当てられます。
Uは輝度信号と青色成分の差 ($U=B-Y$) を意味し、
Vは輝度信号と赤色成分の差 ($V=R-Y$) を意味します。
3色目となる緑は転送されずにYUVそれぞれの値から計算して算出されます。

YUV 4:4:4 この場合それぞれの要素は同じサンプリングレートです。
また、サブサンプル処理も発生しません。

YUV 4:2:2 色差信号の要素のみ半分のサンプリングレートで処理されます。
転送に必要な帯域幅をYUV4:4:4と比べて2/3に減らしますが、
画質の低下を引き起こします。

YUV 4:1:1 色差信号の要素のみ1/4のサンプリングレートで処理されます。
この方法では転送に必要な帯域幅をYUV4:4:4と比べて半分に減らします。

色深度 : 通常、色深度 (Pixel depth) とはそれぞれの色のチャンネルでの色値 (輝度値) 範囲を定義しています。例えば8bitの色深度の場合、2の8乗 = 256色の異なった色で表現されます。
RGBやBGRに関しては1チャンネルあたり8bitとした場合、全体では24bitで構成されます。



▼ 図13
モノクロ 8bitと
RGB 8bitのデータ
構成

▼ 図14
モノクロ 10bitの
データ構成 (2byte)

▼ 図15
モノクロ 12bitの
データ構成 (2byte)

11.1.3. 露光時間 (Exposure Time)

センサーが露光を開始すると、光子の傾向によって電荷分離反応が各画素の半導体で行われます。この結果が電圧差となり、信号として抽出されます。

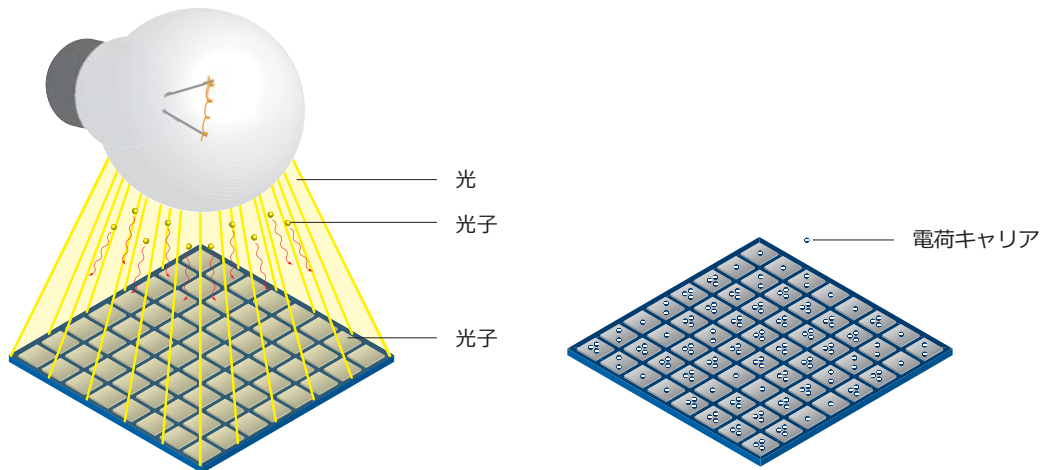


図16 ▼

光がセンサーの半導体に入射する事で電荷の分離が発生します

信号の強さは受け取る光子の量に影響されます。露光時間 (t_{exposure}) が増加する事で、この量を増加させる事が可能です。

Baumer HXGカメラでは、露光時間は以下の範囲内で1 μsec ずつ設定できます。

カメラ型番	t_{exposure} : 最小値	t_{exposure} : 最大値
HXG20 / HXG20c	4 μsec (20 μsec)	1 sec
HXG40 / HXG40c	4 μsec (20 μsec)	1 sec

注意

露光時間は内部制御のトリガ信号によって最短4 μs で実行されます。ただ、センサーは感光中にCDS (相関二重サンプリング) の実行による追加の露光時間が必要です。従って、実際の最短露光時間は20 μs とより長い値になります。

11.1.4. ルックアップテーブル (Look-Up-Table)

Baumerのモノクロカメラにはルックアップテーブル (LUT) 機能が搭載されています。グレーレベルの有効範囲内で2の12乗 = 4096階調までユーザーが自由に指定可能です。

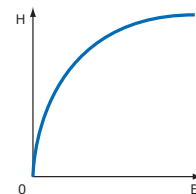
例えば、LUTは検出対象ではないグレーレベルの輝度値を除去したり、輝度値を倍化させたりするのに使用します。

11.1.5. ガンマ補正 (Gamma Correction)

Baumer HXGカメラでは非線形的な人間の視覚システムを補間する機能としてガンマ補正機能があります。

修正された画素の輝度値 (Y') はセンサーの元の輝度値 ($Y_{original}$) に、修正率 (γ) を用いて計算されます。
単純な式に直すと以下の公式になります。

$$Y' = Y_{original}^\gamma$$



▲ 図17
非線形的な人間の視覚システム

H - 知覚する明るさ
E - 光のエネルギー

注意

ガンマ補正機能はLUT機能を利用しています。LUT機能がオフの場合ガンマ補正もオフになります。また、ガンマ機能を利用した場合LUTの値は上書きされます。

11.1.6. パーシャルスキャン / 画素切り出し (Partial Scan / AOI)

“パーシャルスキャン”は“画素切り出し”や“Area / Region of Interest (AOI / ROI)”と呼ばれている場合もあります。この機能はセンサー上の画素領域を指定します。画像を取得する場合、PCに取得する画素領域の情報を送信します。その時センサー上のすべてのラインを読み出す必要はありません。また、読み出し時間 ($t_{readout}$) が減少しますので、フレームレートが向上します。

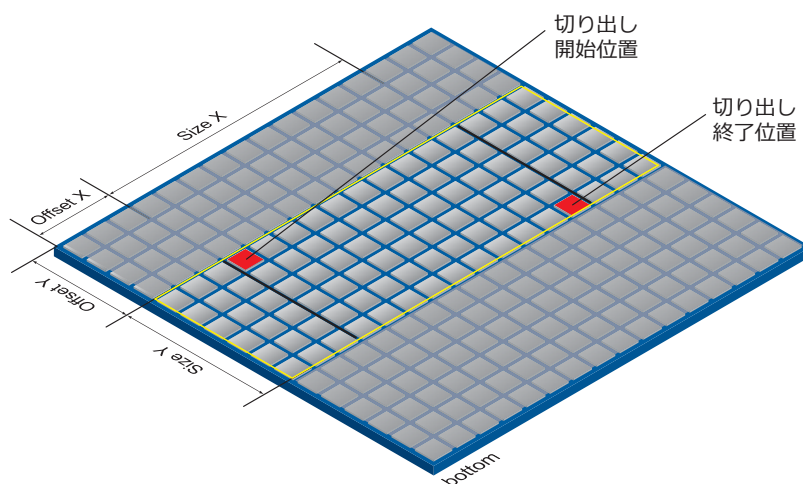
この機能は視野領域を対象物だけに絞り込む場合や解像度の減少を行う時などに使用します。

この機能は4つの値で構成されています：

- Offset X - 切り出す時に基準となるX座標
- Offset Y - 切り出す時に基準となるY座標
- Size X - 切り出す横の画素数
- Size Y - 切り出す縦の画素数

注意

Offset XとSize Xの値は必ず32の倍数にして下さい。Y方向のサイズはモノクロカメラの場合は1画素ずつ、カラーカメラの場合2画素ずつ指定可能です。



▼ 図18
パーシャルスキャンの切り出し用パラメータ

11.1.7. パーシャルスキャンでの読み出し方法

ROIでの読み出しについて、センサーの横の区分は重要ではありません。縦の区分のみが重要です。

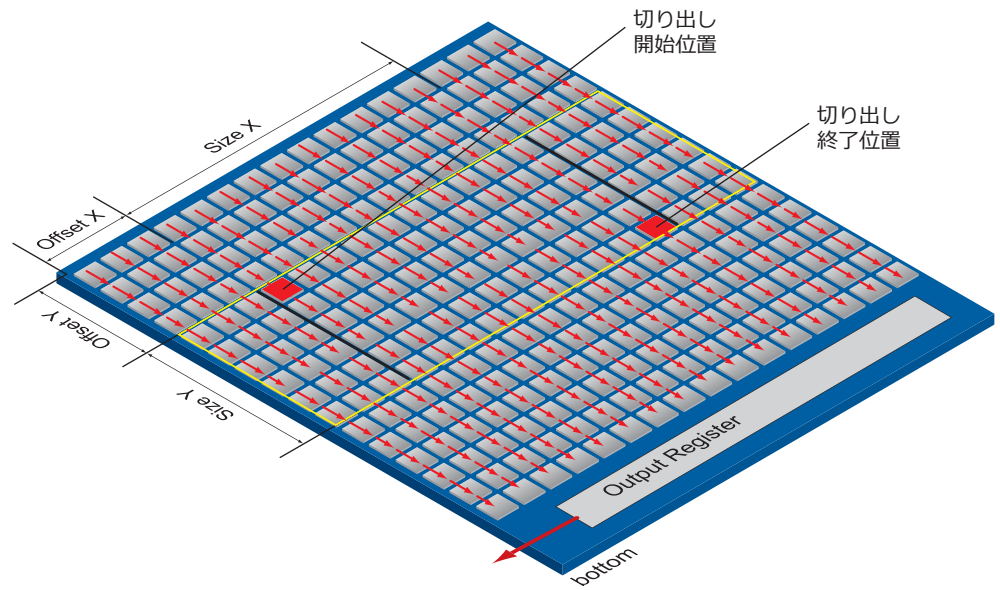


図19 ▼

パーシャルスキャン時の読み出し

読み出しはラインをベースにしており、常にそのラインの画素全てが読み出され、その後には不要な部分の情報が破棄されます。

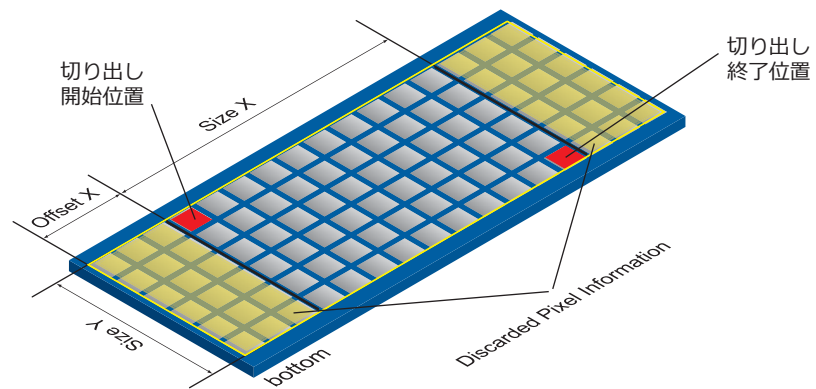


図20 ▼

パーシャルスキャン時の破棄される情報

11.1.8. ビニング / サブサンプル (Binning / Subsampling)

注意

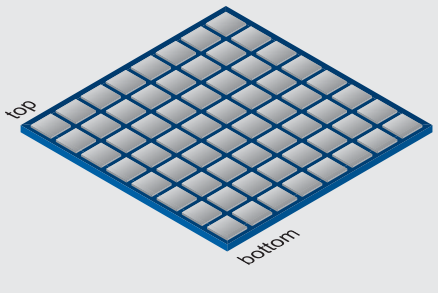

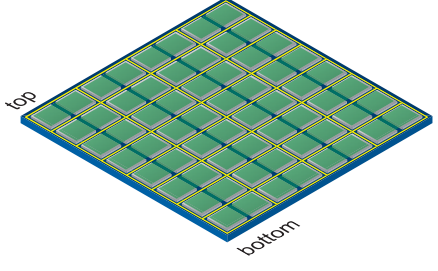

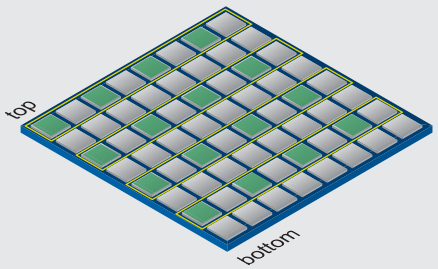

ビニングとサブサンプルはモノクロカメラでのみ使用可能な機能です。

デジタルカメラでは、“ビニング”と呼ばれる感度を向上させる機能が搭載されている場合があります。この機能を使用すると蓄積された電荷キャリアと共に隣接した画素が統合され、削減される画素に応じて感度が向上します。つまり、解像度の減少と感度の向上が対になっています。

Baumer HXGのカメラでは横方向のビニングをサポートしています。

ビニングの場合、横の隣接した画素が統合され、“特殊画素”のひとつとしてソフトウェアは扱います。

サブサンプルの場合、特定の画素のみが読み出されます。
(Subsampling 2 x 2では2ライン毎に2番目の画素を読み出します。)

ビニング	解説イラスト	参考画像	
なし			▼ 図21 ビニング無し： 全画素読み出し
2 x 1			▼ 図22 横ビニング有効： 画像は横に圧縮される 各画素は2倍の明るさになる
Sub sampling 2 x 2			▼ 図23 サブサンプル有効： 画像は横に圧縮される 各画素の明るさは変 化しない

11.1.9. ビニング補正 (Brightness Correction)

電荷の統合はオーバーロード（電荷の飽和）を引き起こすかもしれません。これを軽減するにはビニング補正を使用します。

ビニング	解像度
2x1	2x1ビニングではカメラ内部のFPGAで補正処理を行います。 この場合、ビニング補正は各画素の統合後に合計された電荷を半分に補正します。

11.2. カラー調整 : ホワイトバランス (White Balance)

この機能はBaumerHXGシリーズの全てのカラーカメラで有効です。

ホワイトバランスは赤、緑、青のそれぞれのチャンネルに補正式を適用し、3つのカラーチャンネルそれぞれに独立した調整を行います。

11.2.1. ユーザー指定のカラー調整

ユーザー指定のカラー調整はBaumerのカラーカメラでそれぞれのカラーゲインの補正式を調整するのに便利です。この方法では、各カラーチャンネルの増幅値をユーザーが望む値に調整できます。カラーゲインの補正式の範囲は1.0~4.0です。

未調整の場合の
ヒストグラム

ユーザー指定の
カラー調整後の
ヒストグラム

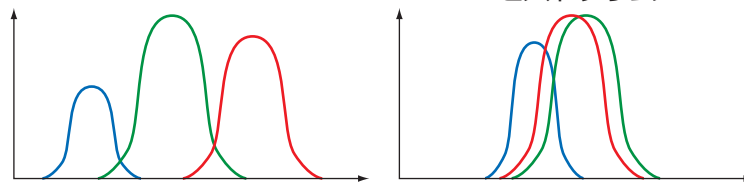


図24 ▼

調整していない画像のヒストグラムとユーザー指定のホワイトバランスで調整した画像のヒストグラム

11.2.2. ワンプッシュホワイトバランス

注意

カメラの内部処理によってワンプッシュホワイトバランスでは現在のROIを参照し、参照した領域の全てを使用して調整します。

ワンプッシュホワイトバランス調整では、3つのカラースペクトルがひとつのホワイトポイントになるようにバランスをとります。カラーゲインの補正式はカメラによって決定されます。

未調整の場合の
ヒストグラム

ワンプッシュホワイト
バランス調整後の
ヒストグラム

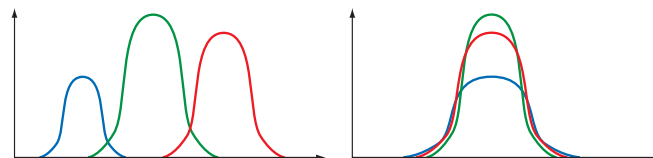


図25 ▼

調整していない画像のヒストグラムとワンプッシュホワイトバランスで調整した画像のヒストグラム

11.3. アナログコントロール

11.3.1. オフセット / ブラックレベル (Offset / Black Level)

Baumerのカメラでは、オフセット (ブラックレベル) は0~255LSB (12bit換算時) です。

カメラ型番	LSBステップの分解能
モノクロ	
HXC20	12 bit (255 LSB)
HXC40	12 bit (255 LSB)
カラー	
HXC20c	12 bit (255 LSB)
HXC40c	12 bit (255 LSB)

11.3.2. ゲイン (Gain)

産業向け環境ではブレ画像が発生するのは好ましくありません。従って、露光時間を短く制限する場合があります。しかし、カメラからの出力信号は小さくなるので、暗い画像となってしまいます。この問題を解決する為、カメラは信号をユーザーが指定した倍率で増幅できます。このゲイン倍率は1.0~4.0の範囲で調整できます。

注意

ゲインが向上すると画像ノイズも同時に向上します。
また、Mono12のピクセルフォーマットではゲイン倍率が1.0以上であればミッシングコードを引き起こします。

11.4. ピクセル補正 (Defect Pixel Correction)

11.4.1. 基本情報

異常な画素 (欠陥画素と呼ばれる) のある確率は全てのセンサーメーカーにあります。それらの画素で蓄えられる電荷量は露光時間に応じて線形にはなりません。

これら欠陥画素の発生はセンサーの劣化や製造上の過程で発生するため避ける事はできません。

カメラの動作上これらの画素はなんら影響を及ぼしません。

これらはただ単に取得した画像で非常に明るい (ホットピクセル) か暗い (クールピクセル) 点として現れるだけです。

図26 ▼
保存した画像にある“ホットピクセル”と“クールピクセル”の欠陥画素の特徴

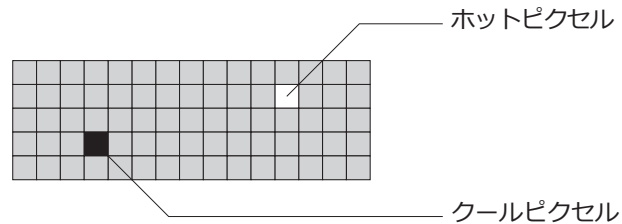
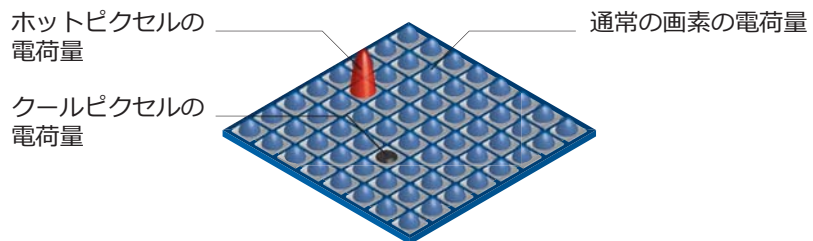


図27 ▼
通常の画素と“ホットピクセル”と“クールピクセル”の画素の蓄えられた電荷の違い

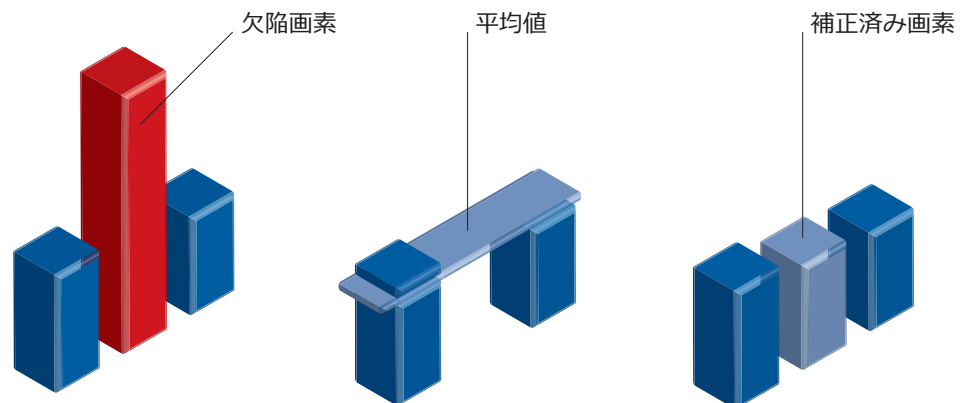


11.4.2. 補正アルゴリズム

BaumerHXGシリーズのモノクロカメラでは欠陥画素を以下の方法で解決します。

- あらゆる欠陥画素をカメラの製造過程で検出しておきます。
- これら検出された欠陥画素の座標をカメラの工場出荷設定に格納します。
(11.4.3. 欠陥画素リストをご覧ください。)
- センサーが読み出しを完了させた後、修正が行われます。
 - あらゆる処理を行う前の段階で、欠陥画素から左右両側2画素づつ値を読み出します。
 - その後、読み出したそれら4画素の平均値を算出します。
 - 最後に、欠陥画素へ算出した平均値の値を代入します。

図28 ▼
Baumerのピクセル補正の補正方法



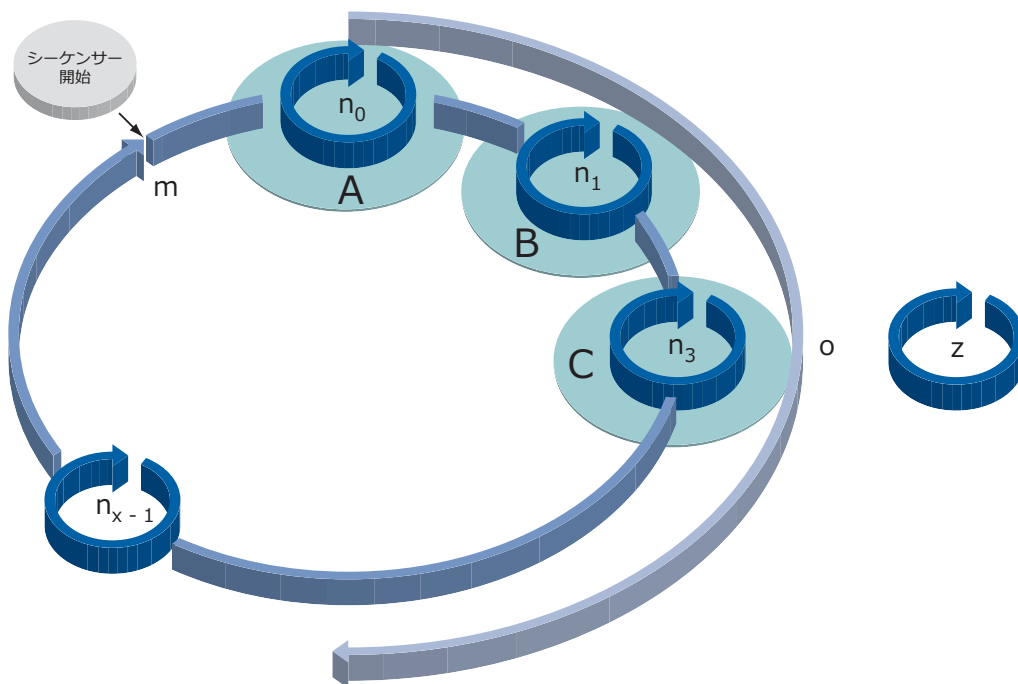
11.4.3. 欠陥画素リスト (Defect Pixel List)

既に述べたとおり、このリストはBaumerのカメラの製造工程中に作成され、工場出荷設定に格納されています。このリストは編集可能です。

11.5. シーケンサー (Sequencer)

11.5.1. 基本情報

シーケンサーは異なるパラメータを設定しながら連続的な画像取得を自動制御するのに使われます。



▼ 図29
シーケンサーのフローチャート：
m - ループ回数
n - 繰り返し数
o - パラメータセットの数
z - トリガー毎のフレーム数

上の図面はシーケンサーモジュールの基本的な構造を示しています。

ループカウンタ (m) はシーケンサーの繰り返し回数を表示します。
リピートカウンタ (n) はそれぞれのパラメータセットで取得する画像枚数を制御するのに使われます。このカウンタはそれぞれのパラメータセット毎に独立して設定します。

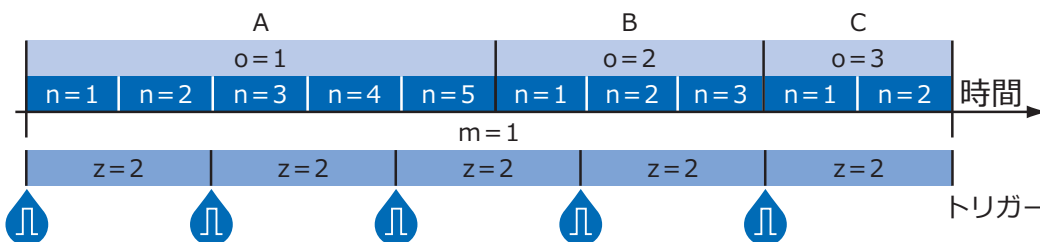
シーケンサーの開始は直接 (フリーラン) 行うか、外部イベント (トリガー) によって行う事ができます。外部イベントのソース (トリガーソース) は実行前に選択される必要があります。

追加のフレームカウンタ (z) は半自動化のシーケンサを作成する為に使われます。これは他の三つのカウンタからは完全に独立しており、外部トリガーイベントに応じて実行されます。

シーケンサーパラメータ：
要求されるパラメータは以下の項目を含みます：
■ 露光時間
■ ゲイン値
■ リピートカウンタ
■ IOステータス

以下のタイムラインはこのような例のシーケンサーを表しています。

- n = パラメータセットAで5枚、Bで3枚、Cで2枚撮影
- o = 3個のパラメータセット (A、B、C)
- m = 1回のシーケンサー
- z = トリガーごとに2枚撮影



▼ 図30
1回のシーケンサーのタイムライン

11.5.2. 構成例

11.5.2.1. トリガーなしのシーケンサー

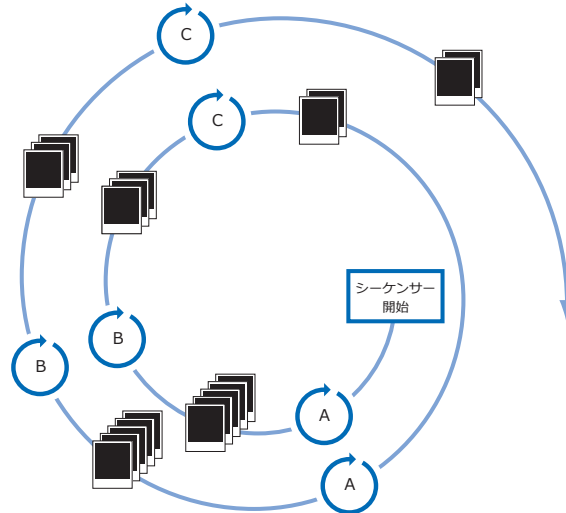


図31 ▼

フルオートなフリーランのシーケンサーの例

上記の例では3つのパラメータセット (A、B、C) による全自動的なフリーランでのシーケンサーを表しています。リピートカウンタ (n) には (A=5)、(B=3)、(C=2) が設定されており、ループカウンタ (m) には2が設定されています。

外部イベントの有る無しに関係なくシーケンサーが開始された時、カメラはA、B、Cそれぞれのパラメータセット毎に指定枚数の画像を取得します。その後、シーケンサーは1回目のシーケンサーの終了に続いてもう一度開始されます。

この場合パラメータは最後のパラメータセットのパラメータが継承されています。

11.5.2.2. トリガーによる制御のシーケンサー

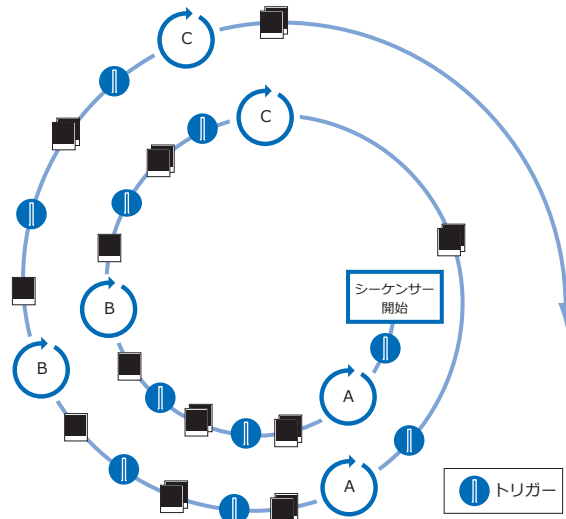


図32 ▼

セミオートなシーケンサーの例

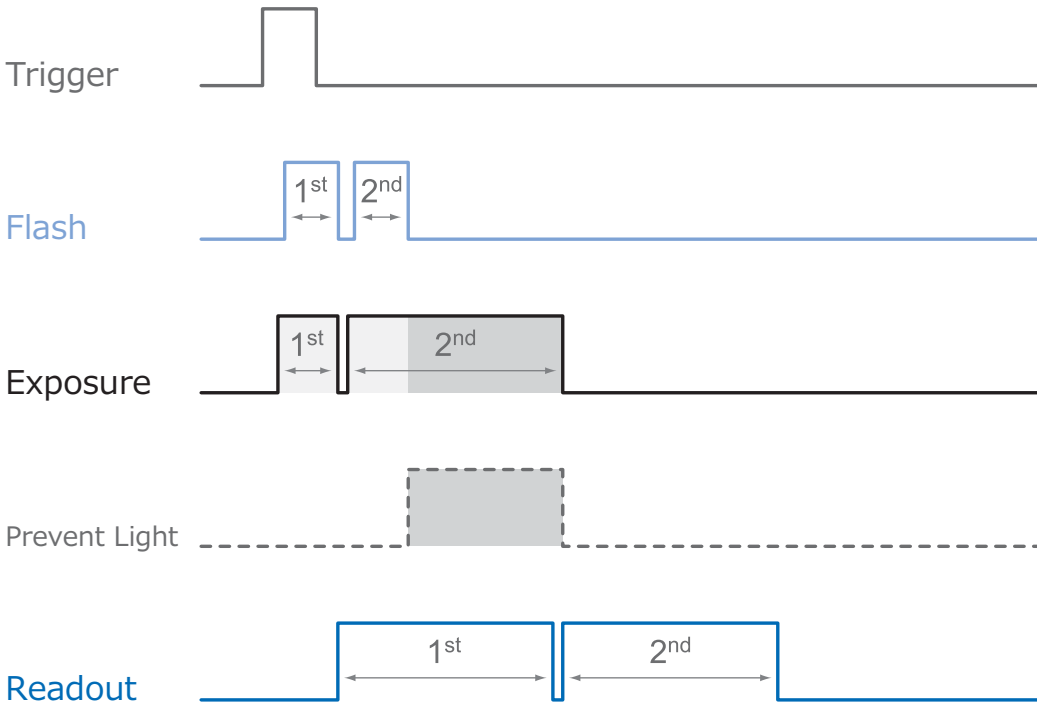
上記の例では、前回の例と同じ3つのパラメータセット (A、B、C) による半自動的なシーケンサーを表しています。フレームカウンタ (z) は2が設定されています。これはトリガー信号が来た後カメラが2枚の画像データを取得するという意味です。

11.5.3. Baumer-GAPIシーケンサーモジュールの仕様

- 128個のパラメータセットを設定可能
- 40億回までループパスを設定可能
- 40億回までパラメータセットの繰り返しが可能
- 40億回までトリガーイベント毎に画像取得が可能
- シーケンサー開始用のトリガ信号無しにフリーランモードで実行可能

11.5.4. ダブルシャッター (Double Shutter)

シーケンサーは非常に短い間隔で2枚の画像を取得する方法を提供できます。この方法はアプリケーションによって照明装置と共に連動して実行されます。1回目の露光時間 (t_{exposure}) は任意に指定でき、1回目のフラッシュ信号と同時に発生します。2回目の露光時間はセンサーの読み出し時間 (t_{readout}) と同じかそれよりも長くしなければいけません。それにより、1回目の露光が終わった後わずかな時間で次の露光が処理されます。2回目の露光時間をサチュレーションしないほど短い時間にしたい場合、2回目のフラッシュ時間を短くし、フラッシュ信号によって外部から発生する光量を軽減しなければなりません。



▼ 図33
ダブルシャッターの例

Baumer HXGカメラではこの機能をシーケンサーで実行しています。

このシーケンサーを作成するために、以下のようにシーケンサーを設定しなければなりません。

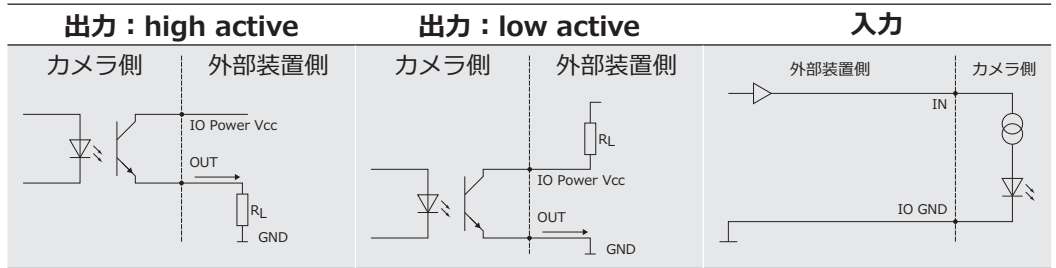
シーケンサーの設定	内容
シーケンサーモード	Once by Trigger
パラメータセットの数 (o)	2
ループ回数 (m)	1
繰り返し数 (n)	1
トリガー毎のフレーム枚数 (z)	2

11.6. インターフェイス処理

11.6.1. デジタルIO (Digital IOs)

BaumerHXGカメラには3個の入カラインと3個の出カラインが備わっています。

11.6.1.1. IO回路図



11.6.1.2. ユーザー指定の入力

外部入力用コネクタはカメラ背面の右側にあります。

特徴は対応する“high”と“low”の電圧レベルです。(low:0~4.5V、high : 11~30V)

定義されている信号自体は直接カメラに影響しません。ただし、カメラを制御するためにそれらの信号をソフトウェア側で検知、処理する事が可能です。

“IO Matrix”と呼ばれる機能が信号の処理と“state”の選択を提供します。

ソフトウェア側では入力信号は“Line0”、“Line1”、“Line2”と名付けられています。

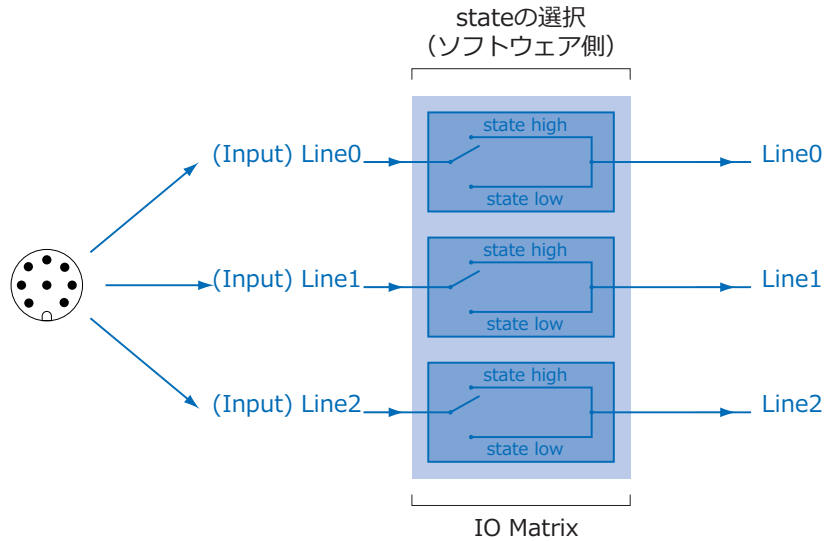


図34 ▼

BaumerHXGシリーズの
入力側のIO Matrix

11.6.1.3. 出力の設定

Baumerでは出力端子に割り当てる内部信号をソフトウェア側で制御する事ができます。

HXGシリーズのカメラでは20個の信号ソースを出力端子に振り分ける事が可能です。

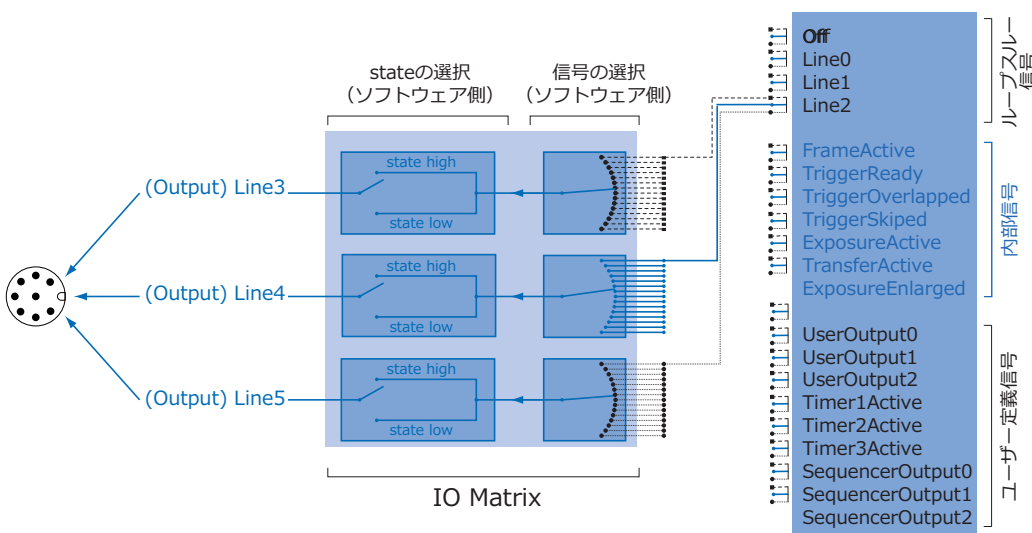
信号は3種類のカテゴリに分かれており、1つ目のカテゴリは入力側からループスルーされる信号です。

信号名	内容
Line0	“Line0”に入力された信号をそのままスルー出力します
Line1	“Line1”に入力された信号をそのままスルー出力します
Line2	“Line2”に入力された信号をそのままスルー出力します

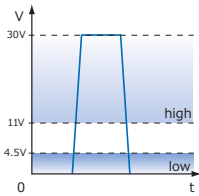
2つ目のカテゴリはカメラ側で生成された内部信号です。

信号名	内容
FrameActive	露光と読み出しによってフレーム出力処理を実行中
TriggerReady	トリガ入力信号を処理可能な状態
TriggerOverlapped	カメラがオーバーラップモードで動作中
TriggerSkipped	カメラがトリガ入力信号を無視
ExposureActive	センサーが露光中
TransferActive	ハードウェアインターフェイスへ画像データ転送中
ExposureEnlarged	拡張された露光時間の期間

上記10個の信号以外にも“UserOutPut0”、“UserOutPut1”、“UserOutPut2”などのユーザー定義信号や、“SequencerOutPut0”などのシーケンサー出力、未割り当て (“OFF”) を出力に割り当てる事ができます。



▼ 図35
BaumerHXGシリーズ
の出力側のIO Matrix



▲ 図36

Baumerカメラでの適切なトリガー信号

11.7. トリガー入力と遅延 (Trigger Input / Trigger Delay)

トリガー信号はカメラの露光時間と連動して1サイクルごとに使用されます。ソフトウェアトリガの場合、所定の間隔が経ってから画像を取得します。異なるトリガーソースを使う事も可能です。

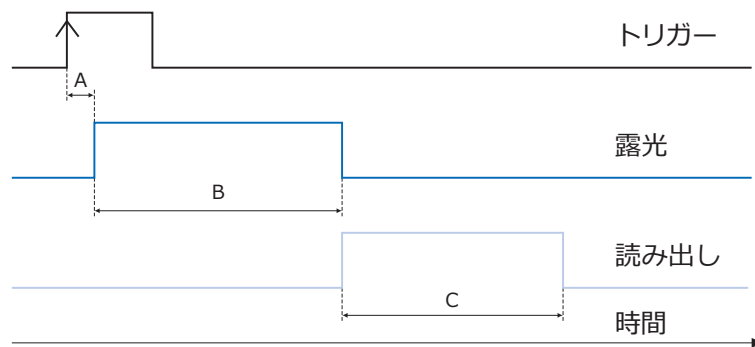
Line0	Actioncommand
Line1	Off
Line2	
SoftwareTrigger	

トリガーには所定の遅延を与える事も可能です。

遅延	0 ~ 2 sec
バッファ可能なトリガー数	512
ステップ単位	1 μ sec

3種類のトリガーモードがあります。それぞれのタイミングダイアグラムは以下の通りです。

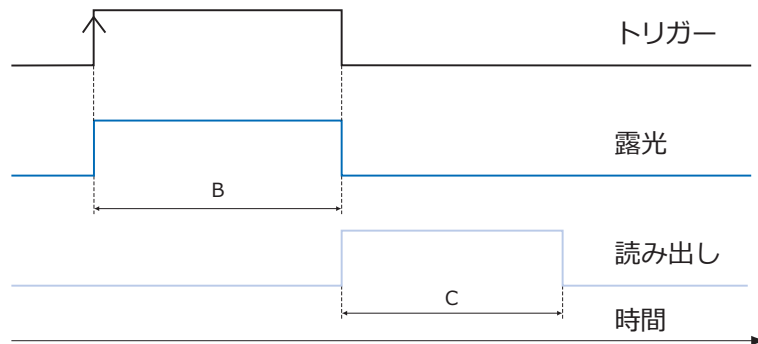
ノーマルトリガーモード (Timed)



カメラのトリガーモード:

- A - トリガー遅延
- B - 露光時間
- C - 読み出し時間

パルス幅制御モード (TriggerWidth)



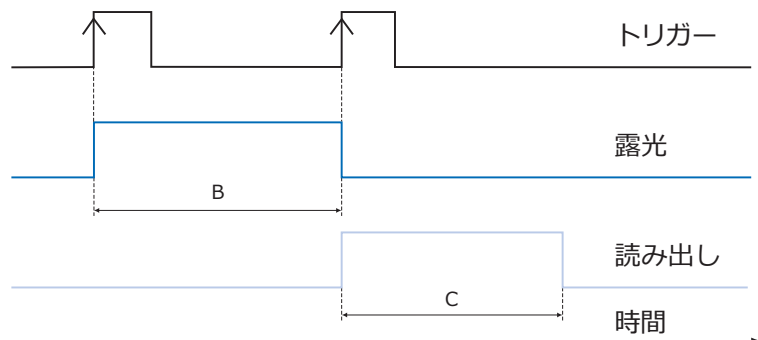
トリガー遅延:

トリガー遅延はユーザーが自由に設定でき、画像取得とトリガー信号との間に遅延時間を設けます。遅延時間は0.0 μ sec~2.0secまでの間で1 μ secづつ設定可能です。複数のトリガーが遅延中の場合、トリガーは記憶されており、遅延も行われます。バッファ上では最大512個のトリガー信号を遅延中に記憶する事が可能です。

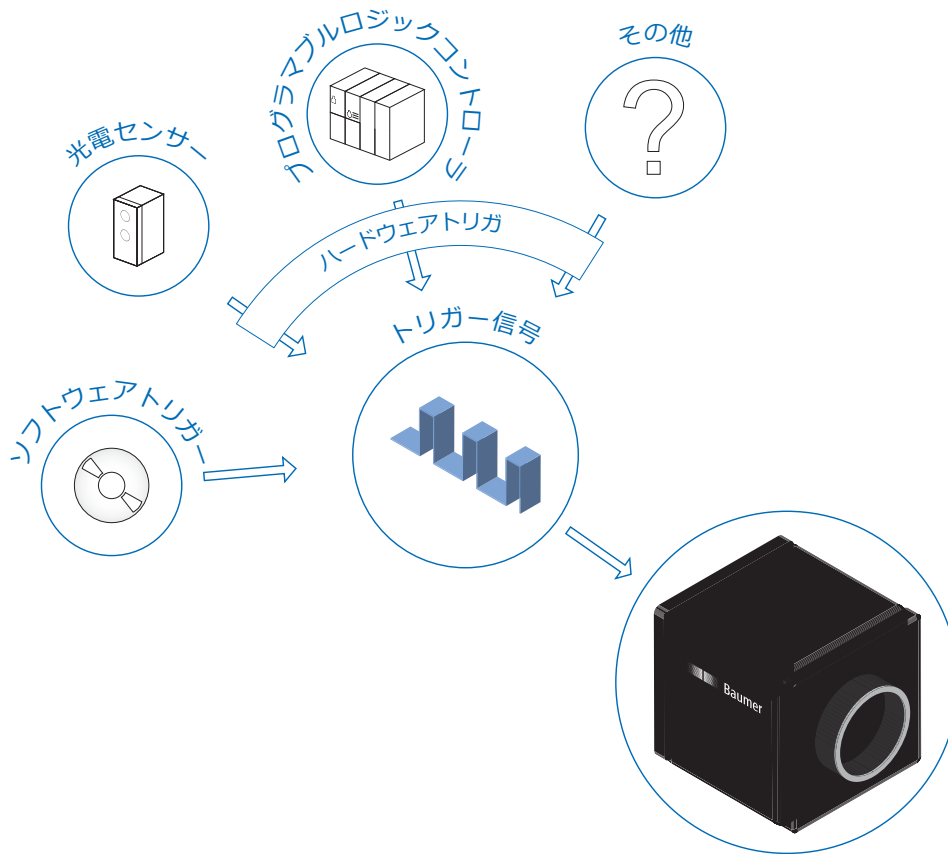
■外部トリガーセンサーを完全に整列させる必要性はありません。

■ハードウェアの変更無く異なる対象物をキャプチャーできます。

エッジ制御モード (TriggerControlled)



11.7.1. トリガーソース (Trigger Source)



▼ 図37
有効なトリガーソース
の例

それぞれのトリガーソースはそれぞれ個別に有効化しなければなりません。トリガーモードが有効になった時、ハードウェアトリガーがデフォルトで使用されます。

11.7.2. デバウンサー (Debouncer)

この機能は有効な短形波信号と妨害する信号（ごく僅かなピーク信号）とを選別するための機能で、工業環境では重要視されています。デバウンサーでは無効な信号は除外され、ユーザーによって定義されたテスト時間 $t_{\text{DebounceHigh}}$ よりも長い信号が認識されたら、カメラにトリガーを誘発させます。

また、信号ではないジッターを除去し、有効な信号のエッジの終端を検出するため、2回目のテスト $t_{\text{DebounceLow}}$ が提供されています。このタイミングもユーザーによって調節可能です。信号値がlowの状態まで下降し、 $t_{\text{DebounceLow}}$ の間中上昇しないなら、それを信号の終端として認識します。

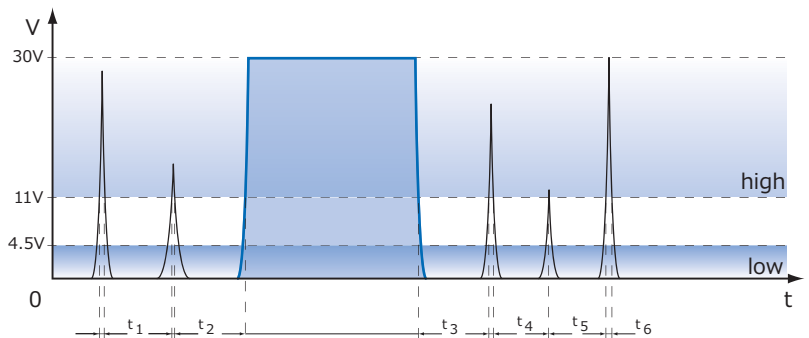
デバウンサーでは $t_{\text{DebounceHigh}}$ と $t_{\text{DebounceLow}}$ を0~5msecの間で1 μsec づつ調整可能です。

この機能はデフォルトではオフ（disabled）です。

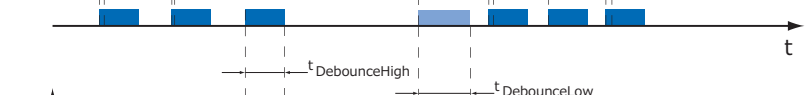
デバウンサー：

有効なトリガー信号のエッジは $t_{\text{DebounceHigh}}$ と $t_{\text{DebounceLow}}$ によって移動します。それら二つのタイミングによっては、トリガー信号が伸ばされたり、縮められたりするかもしれません。

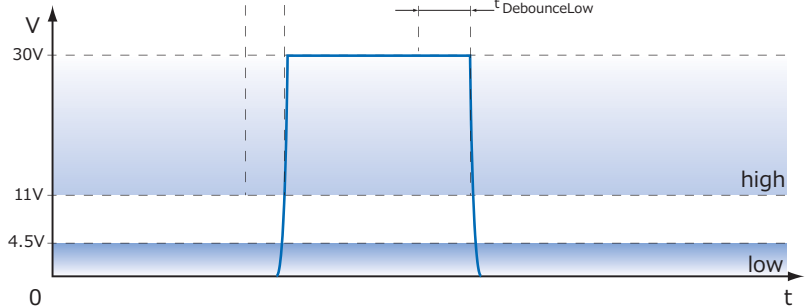
オリジナルの信号
(ノイズ信号有)



デバウンサー



フィルター後の信号



- t_x - 信号がhighの状態の時間
- $t_{\text{DebounceHigh}}$ - ユーザーが指定したデバウンサーの遅延時間 (high用)
- $t_{\text{DebounceLow}}$ - ユーザーが指定したデバウンサーの遅延時間 (low用)

図38 ▼

Baumerのデバウンサーの仕組み

11.7.3. フラッシュ信号 (Flash Signal)

Baumerのカメラでは、デジタル出力信号のソースを"ExposureActive"の内部信号に指定することでこの機能を実現可能です。

11.7.4. タイマー (Timer)

タイマー機能はカメラの内部信号を拡張制御するために提供されています。

BaumerHXGカメラでは5つのタイマー設定があります。

パラメータ	内容
TimerSelector	3つのタイマー (Timer1,Timer2,Timer3) があります。それぞれ個別に設定可能です。
TimerTriggerSource	それぞれのタイマーのソース選択を提供します。
TimerTriggerActivation	タイマーが有効になるトリガー信号の起動箇所 (エッジやステータス) の選択を提供します。
TimerDelay	トリガー信号が入力されてからタイマーを開始するまでの間隔を指定します。 範囲は0 μ sec ~ 2secで1 μ sec単位で指定可能です。
TimerDuration	タイマーの有効時間を調整できます。 範囲は10 μ sec ~ 2secで1 μ sec単位で指定可能です。

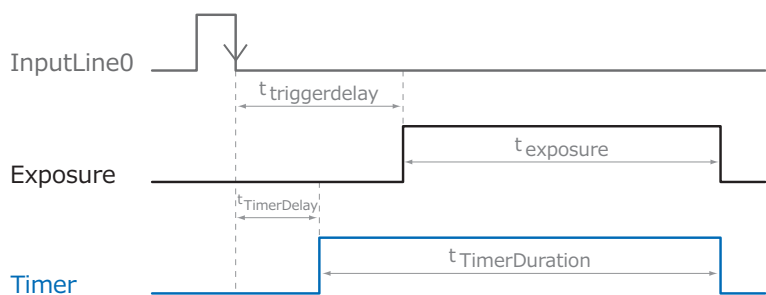
異なるタイマートリガーソースを利用できます。

TimerTriggerSource	
Input Line0	Exposure Start
Input Line1	Exposure End
Input Line2	Frame Start
SoftwareTrigger	Frame End
ActionCommandTrigger	Trigger Skipped

例えば、タイマーの実行によって照明の発光がセンサーの露光の開始と同期して開始するのではなく、事前に設定された間隔によって制御可能です。

その場合の設定例は以下の通りです。

パラメータ	値
TriggerSource	InputLine0
TimerTriggerSource	InputLine0
OutputLine7(ソース)	Timer1Active
TimerTriggerActivation	Falling Edge
TriggerPolarity	Falling Edge



11.7.5. カウンター (Counter)

以下の表の各イベントをカウントする事が可能です。これらのイベントのカウント値はカメラから読み書き可能です。

“EventSource/activation”の機能でどのイベントをカウントするのかを指定できます。これらのイベントはカウンターリセットのソースにも使用可能です。利用可能なイベントは以下の通りです。

カウンタートリガーソース / カウンターリセットソース	
Input Line0	Exposure Start
Input Line1	Exposure End
Input Line2	Frame Start
SoftwareTrigger	Frame End
ActionCommandTrigger	Trigger Skipped

カウンターはカウント範囲 (Duration) を設定可能です。これにより最大何個までのイベントをカウントするかを指定できます。0の値からカウントを始めた場合、最大で4,294,967,295個までカウント可能です。

もし指定した最大値に到達した場合カウントは停止されます。その時、“Counter1End”や“Counter2End”のGigEイベントが発生します。また、カウンターのステータスが“ACTIVE”から“COMPLETED”に変更されます。

カウンターのリセット

“resetcounter”をソフトウェアから実行する事でカウント値をリセットできます。カウント値がリセットされると、リセット時の値が“CounterValueAtReset”に格納され、カウント値は0に戻ります。これによりリセットされた時の値と最新の値それぞれを参照可能です。

11.8. ユーザーセット (User Sets)

3つのユーザーセット (1~3) がBaumer HXGシリーズのカメラで利用可能です。User setでは以下の情報等を格納する事ができます。

パラメーター	
BinningMode	Mirroring Control
Defectpixellist	Partial Scan
Digital IO Setting	Pixelformat
Exposure Time	Readout Mode
Gain	Testpattern
Look-Up-Table	Trigger Setting
Sequencer	Action Command Parameter
Events	Counter
Timer	Frame Delay
Fixed Frame Rate	Offset
Gamma	HDR Control
Sensor Speed	

これらのユーザーセットはカメラ内部に格納されており、外部のデバイスに保存する事はできません。

設定済みの各パラメータでカメラを起動する場合、“user set default selector”の部分で3つのユーザーセットの中から1つを選択します。

11.9. 工場設定

工場設定はデフォルトのユーザーセットとして設定されています。このユーザーセットのみ内容を変更する事はできません。

12. インターフェイス機能

12.1. リンクアグリゲーショングループの設定

リンクアグリゲーション (LinkAggregation) はHXGカメラの2つのGigEリンクを仮想リンクとして1つにまとめる事ができます。これによりカメラは2つのリンクをシングルリンクとして取り扱う事ができます。これはアプリケーション側から透過的な方法で実行されます。重要な点はリンクアグリゲーションはリンクアグリゲーショングループの伝送路の終端で使用されるので分配アルゴリズムを定義していない事です。なのでリンクアグリゲーションは1つのMACおよびIPアドレスしか持っておらず、スイッチングハブはデータのトラフィックをどのように分配するかを把握できません。(データがスイッチの1つのポートから出力される可能性も考えられる)

特徴	静的リンクアグリゲーション
ネットワークインターフェイスの数	2
IPアドレスの数	1
ストリームチャンネルの数	1
ロードバランシング	ラウンドロビン式分配アルゴリズム
物理的なリンクダウンからの復帰	残った物理リンクからパケットを転送
グループ設定	デバイス上で全てのリンクを自動的にグループ化。マニュアル操作の場合はPC上で実行する。(多くの場合チームングも実行)

12.1.1. カメラ制御

カメラ制御の通信は常に同じリンクアグリゲーションの物理リンクから送信されています。

12.1.2. 画像ストリーム

ラウンドロビン式分配アルゴリズムは全ての画像パケットが同じサイズであれば画像データに応じて帯域幅を均一に分配します。その為2つの有効なリンク間では帯域幅の適切なバランスが保たれます。全ての物理的なリンクがそれらを扱えるように最適なパケットサイズを使用しなければなりません。

画像を受け取るためにも不適切なパケットに耐える事やシングルリンク設定の場合以上の長いタイムアウトも許容する事が必要です。

特別な対策としてインターパケットギャップ(与えられた物理的なリンク上を流れる画像データストリームのパケット間の遅延を表しています)が用意されています。

12.2 デバイス情報 (Device Information)

デバイスに関するGigabitEthernet仕様情報はカメラの公開情報の一部も含まれます。

以下の情報が含まれています：

- MACアドレス
- 現在のIP設定 (固定IPアドレス / DHCP / LLN)
- 現在のIPパラメーター (IPアドレス / サブネットマスク / ゲートウェイ)
- 製造者名
- 製造者仕様情報
- デバイスバージョン
- シリアルナンバー
- ユーザー指定名 (ユーザーによる変更可能)

シングルGigE

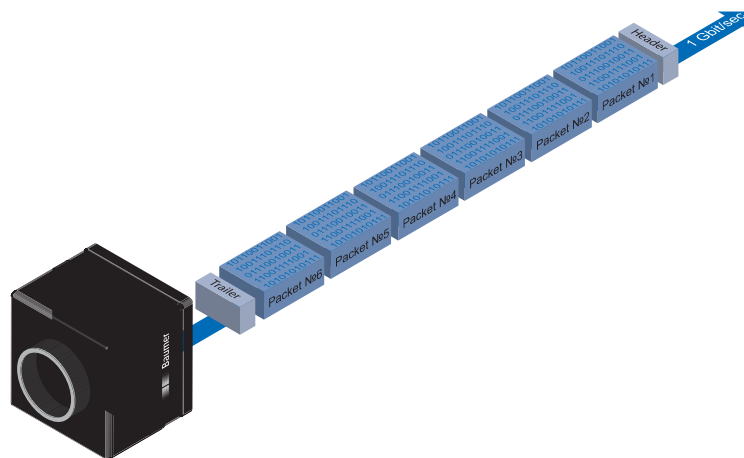


図39 ▼

シングルGigEでのデータ
パケット転送

シングルGigEでは全てのデータパケットは1本のケーブルで連続的に転送されます。フレームの初めにはヘッダー情報が転送され、終わりにはトレーラー情報が転送されます。

デュアルGigE

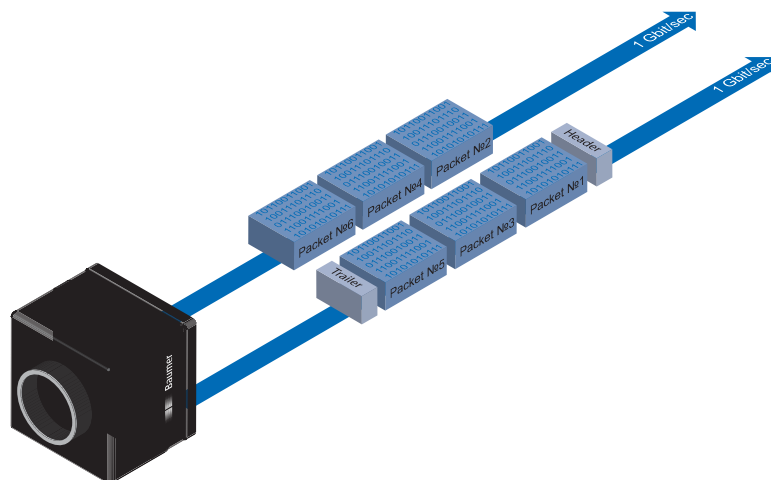


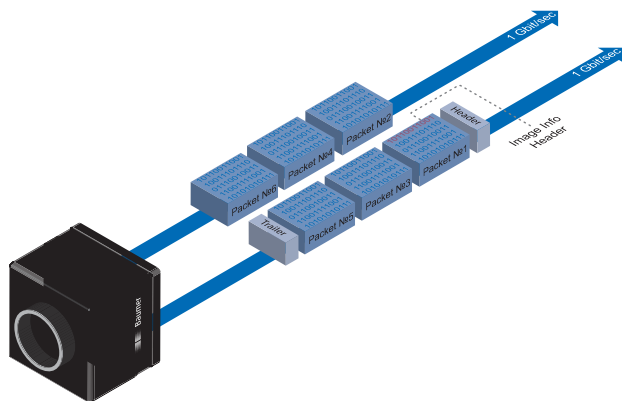
図40 ▼

デュアルGigEでのデータ
パケット転送

デュアルGigEではデータパケットは2本のケーブルで並列的に転送されます。ヘッダーとトレーラー情報は常に同じケーブルから転送されます。デュアルGigEで使用するにはSLA (静的リンクアグリゲーション) の機能が有効になったLANポートが必要です。

12.3. Baumer画像情報ヘッダー

Baumer画像情報ヘッダはカメラによって生成されたデータパケットの一種です。チャンクモード（ChunkMode）が有効な場合、各画像の初めのデータパケットに埋めこまれています。



▼ 図41
Baumer画像情報ヘッダー

この埋めこまれたデータパケットは画像データのための各設定情報を持っています。BGAPIは画像情報ヘッダを読み込む事が可能です。サードパーティー製のソフトウェアでは、チャンクモードがサポートされていれば以下の表の機能を読み込む事が可能です。

機能	内容
ChunkOffsetX	ROIの原点からの横方向のオフセット（ピクセル単位）
ChunkOffsetY	ROIの原点からの縦方向のオフセット（ピクセル単位）
ChunkWidth	ペイロードに含まれる画像データの横幅
ChunkHeight	ペイロードに含まれる画像データの高さ
ChunkPixelFormat	ペイロードに含まれる画像データのピクセルフォーマット
ChunkExposureTime	キャプチャした画像の露光時間
ChunkBlackLevelSelector	データからどのブラックレベルを読みだすか選択
ChunkBlackLevel	ペイロードに含まれる画像データのブラックレベル
ChunkFrameID	ペイロードに含まれる画像データのフレーム固有番号

12.4. パケットサイズとMTU（Maximum Transmission Unit）

ネットワークパケットは異なるサイズを使用可能で、サイズはネットワーク機器に依存します。GigE Vision®準拠のデバイスを使用する場合、基本的により大きなサイズを使用する事が推奨されています。これによりパケット毎のオーバーヘッドがより小さくなり、CPU負荷も軽減されます。

UDPのパケットサイズは576ByteからMTUまで利用可能です。

MTUは接続されている全てのネットワーク機器が利用可能な最大パケットサイズを意味します。

一般的なネットワークハードウェアでは1518Byteのパケットサイズをサポートするようにネットワーク規格で規定されています。ただし、“ジャンボフレーム（JumboFrame）”と呼ばれるGigabit Ethernetの拡張機能を使えば1500Byte以上のパケットサイズが利用可能になります。

BaumerSXGカメラは最大16384ByteまでのMTUをサポートしています。

12.5. インターパケットギャップ (Inter Packet Gap)

画像データ転送で最良の結果を得るためにも、BaumerHXGカメラを使用する時にはいくつかのイーサネット仕様を考慮しなければなりません。

カメラび画像データの転送を開始する上で、データパケットの最大転送速度は (1 Gbit/sec) です。これはネットワークの規格と同じですが、Baumerは2つのパケットの間に最小で12Byteの仕切りを設けています。この仕切りを“IPG (インターパケットギャップ)”と言います。GigE Vision®規格では、IPGはユーザーが拡張可能な範囲を決められると規定されています。

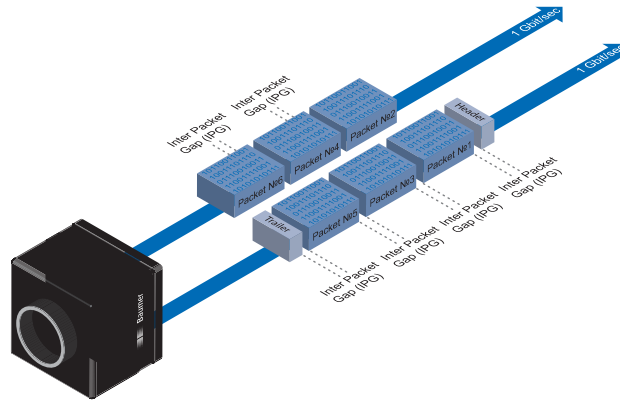


図42 ▼

インターパケットギャップの原理

12.5.1. 例1：マルチカメラでの運用 - 最小のIPG

IPGが最小の状態では最速の速度で各画像データが送信されています。たとえ1fpsのフレームレートで使用したとしても、ネットワーク上では全負荷が生じます。このような“バースト”転送がいくつかのネットワーク機器で過負荷となり、パケットロスが発生します。特に数個のカメラを使用している時にこれが発生します。

2台のカメラが同時に画像データを送っている場合。理論上は2Gbits/secの転送レートです。スイッチングハブはこのデータをバッファし、その後続く1Gbits/secのネットワークへ転送します。スイッチングハブの内部バッファに依存しますが、それ次第でn台 (n≥1) のカメラでも問題なく動作します。もっとカメラが多くなるとパケットロスが発生するでしょう。それらパケットロスを再送のメカニズムで防ぐ事ができますが、それはネットワーク機器にデータの追加読みみをさせてしまいます。

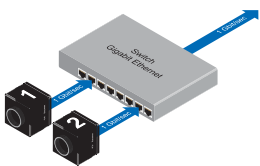


図43 ▲

GigabitEthernetスイッチングハブ経由での2台のカメラの動作について、以下の2つの事例でデータの流が解説されています。

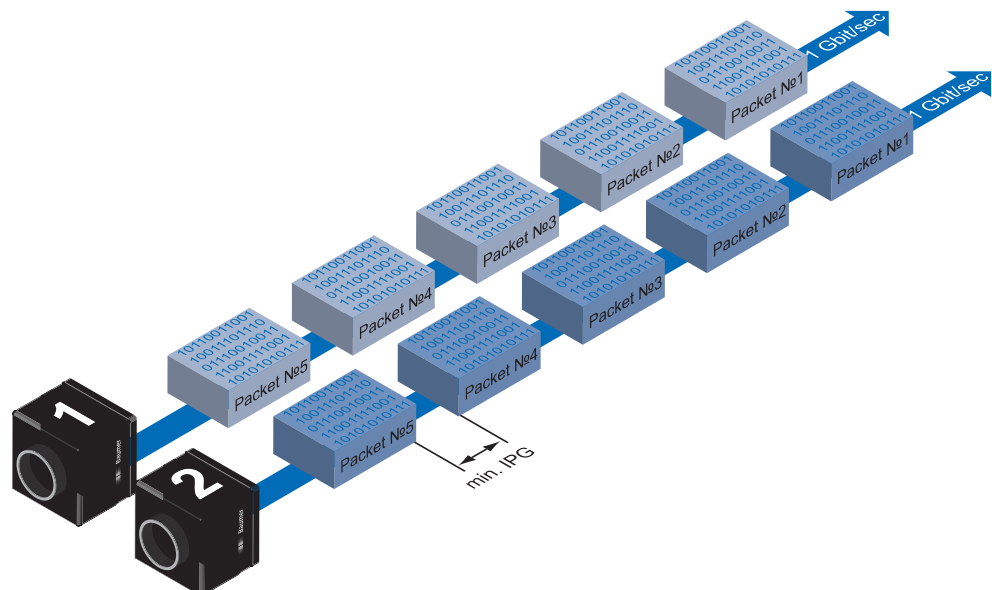


図44 ▼

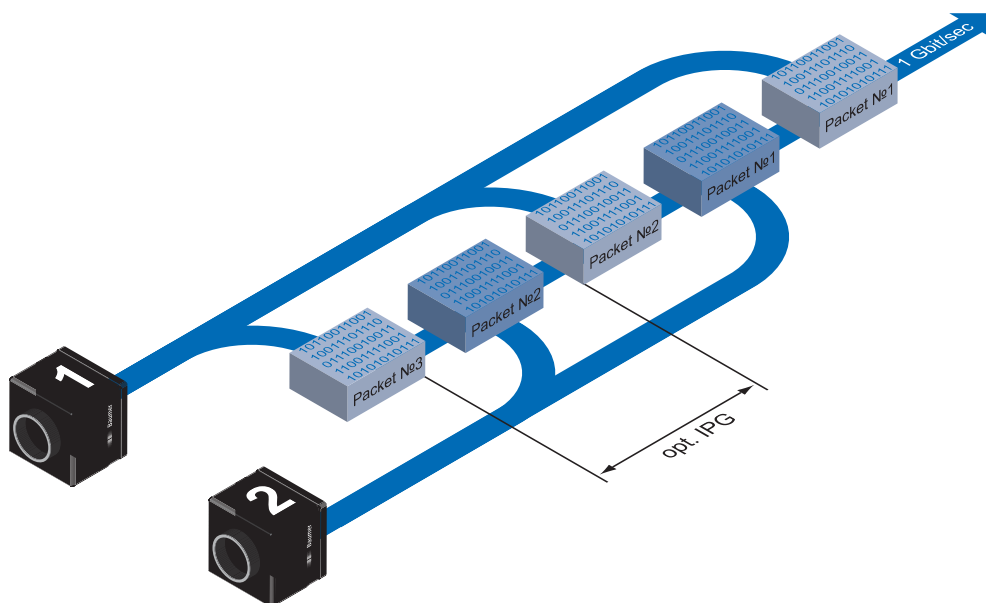
最小のIPGによる2台のカメラの動作

12.5.2. 例2：マルチカメラでの運用 - 最適なIPG

最適な方法としてはIPGのサイズを増やす事です。

最適なIPG = パケットサイズ + (2 x 最小IPG)

両方のパケットでこの方法を使えば連続した転送を行う事ができます。
また、スイッチングハブはパケットをバッファする必要はありません。



IPGの最大値：
IPGとデータパケットはGigabitEthernetの最大値1Gbitを超えてはいけません。さもなければ、データパケットは消失します。

▼ 図45
最適なIPGによる
2台のカメラの動作

12.6. 転送遅延 (Transmission Delay)

マルチカメラの運用時のパケット整理の他の方法としては、Baumer Gigabit Ethernetカメラに備わっている転送遅延の方法があります。

取得された画像はカメラの内部バッファで保持されていますので、その転送に一定の遅延を設けることで、完全な画像をPCへ転送することができます。

以下の図がその参考例です。

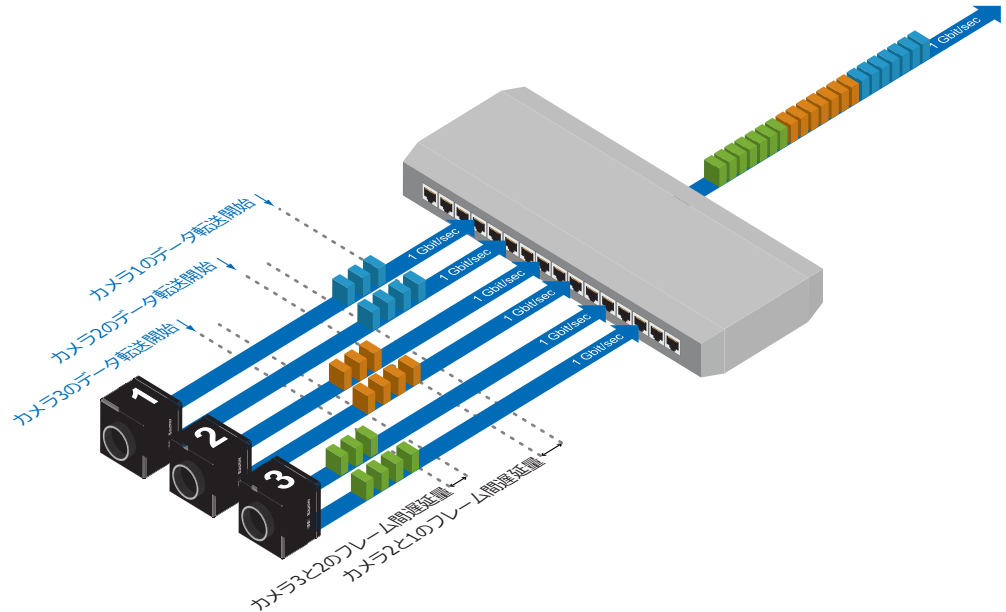


図46 ▼

転送遅延の原理

この例では連続的な処理により全てのカメラは同時に画像取得を終えています。カメラは全ての画像データを同時に転送しようとはせず、転送遅延で指定した間隔に応じてそれぞれのデータを連続で転送します。つまり初めのカメラには転送遅延“0”が設定されており、転送をすぐさま開始しています。

12.6.1. マルチカメラ運用での転送時間の節約

前述の通り、転送遅延の機能は異なるカメラモデルを接続したマルチカメラ運用で効果が高くなるよう設計されています。これにより、画像転送速度の大幅な向上が実現できます。

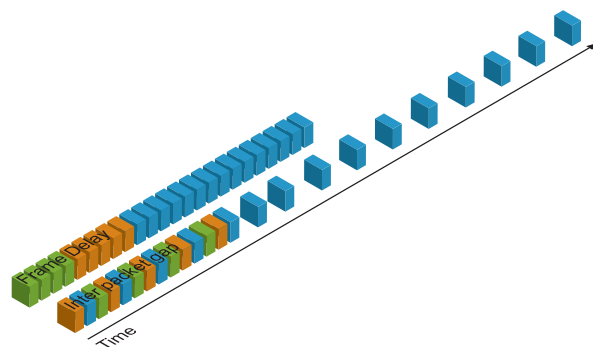


図47 ▼

異なるカメラモデルによるマルチカメラ運用での転送遅延とインターパケットギャップとの比較

上記の例ですと、転送遅延機能を使用した結果とインターパケットギャップを使用した結果を比較すると45%程度の時間差（3枚全ての転送に対して）となります。

12.6.2. 設定例

3つのカメラを実行した場合、以下のデータ内容になります。

カメラモデル	センサー解像度 [Pixel]	色深度 [bit]	画像1枚のデータ量 [Gbit]	読み出し時間 [msec]	露光時間 [msec]	転送時間 (GigE) [msec]
HXG20	2048 x 1088	8	17825792	3	6	≒ 8.30
HXG20	2048 x 1088	12	35651584	14	6	≒ 16.60
HXG40	2048 x 2048	8	33554432	6	6	≒ 15.63

■ センサーの解像度と読み出し時間 (t_{readout}) についてはTechnical Data Sheet (TDS) をご覧下さい。この例ではフル解像度の設定を使用しています。

■ 露光時間 (t_{exposure}) は6msecに固定しています。

■ データ量は以下の計算式で求めました。

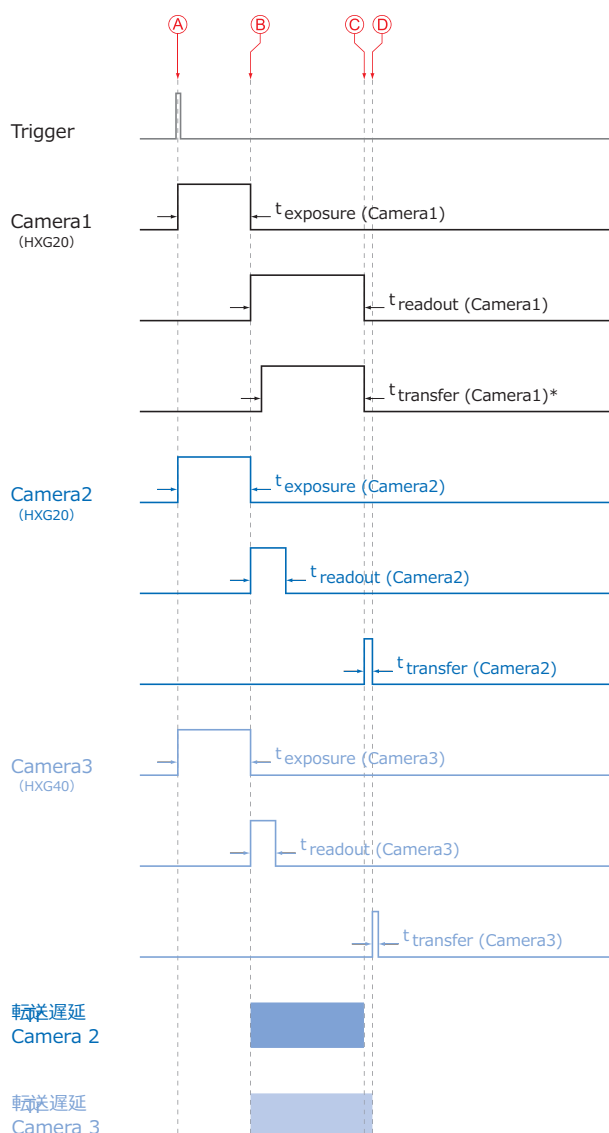
$$\text{画像1枚のデータ量} = \text{横の画素数} \times \text{縦の画素数} \times \text{色深度}$$

■ GigEの最大転送速度での転送時間 ($t_{\text{transferGigE}}$) は以下の計算式で求めました。

$$\text{転送時間 (DualGigE)} = \text{データ量} \div 1024^3 \times 500 \text{ [msec]}$$

全てのカメラはトリガーによって同期しています。

センサーの読み出しが始まった後すぐさま転送遅延のカウントが行われます。



タイミング:

- A - 全カメラの露光を開始
- B - 全カメラのデータ転送を準備
- C - カメラ2のデータ転送開始
- D - カメラ3のデータ転送開始

* 技術的な仕様によりカメラ1のデータ転送はDualGigEの最大速度で実行されません。

▼ 図48

同じ露光時間を使って3台のカメラを実行した場合の転送遅延のタイミングダイアグラム

転送遅延は基本的に以下の計算式で求める事ができます。

$$t_{\text{TransmissionDelay}}(\text{Camera } n) = t_{\text{exposure}}(\text{Camera } 1) + t_{\text{readout}}(\text{Camera } 1) - t_{\text{exposure}}(\text{Camera } n) + \sum_{n \geq 3}^n t_{\text{transferGigE}}(\text{Camera } n - 1)$$

例えば、2番と3番のカメラの転送遅延は以下の計算で求める事ができます。

$$t_{\text{TransmissionDelay}}(\text{Camera } 2) = t_{\text{exposure}}(\text{Camera } 1) + t_{\text{readout}}(\text{Camera } 1) - t_{\text{exposure}}(\text{Camera } 2)$$

$$t_{\text{TransmissionDelay}}(\text{Camera } 3) = t_{\text{exposure}}(\text{Camera } 1) + t_{\text{readout}}(\text{Camera } 1) - t_{\text{exposure}}(\text{Camera } 3) + t_{\text{transferGigE}}(\text{Camera } 2)$$

この式で計算すると以下の結果になります。

$$\begin{aligned} t_{\text{TransmissionDelay}}(\text{Camera } 2) &= 6 \text{ msec} + 3 \text{ msec} - 6 \text{ msec} \\ &= 3 \text{ msec} \\ &= 3000000 \text{ Ticks} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t_{\text{TransmissionDelay}}(\text{Camera } 3) &= 6 \text{ msec} + 3 \text{ msec} - 6 \text{ msec} + 16.60 \text{ msec} \\ &= 19.60 \text{ msec} \\ &= 19600000 \text{ Ticks} \end{aligned}$$

注意

BGAPIでは遅延はticks単位で指定します。ticksをμsecに変換する方法は以下の通りです。

$$\begin{aligned} 1 \text{ tick} &= 1 \text{ ns} \\ 1 \text{ msec} &= 1000000 \text{ ns} \\ 1 \text{ tick} &= 0.000001 \text{ msec} \end{aligned}$$

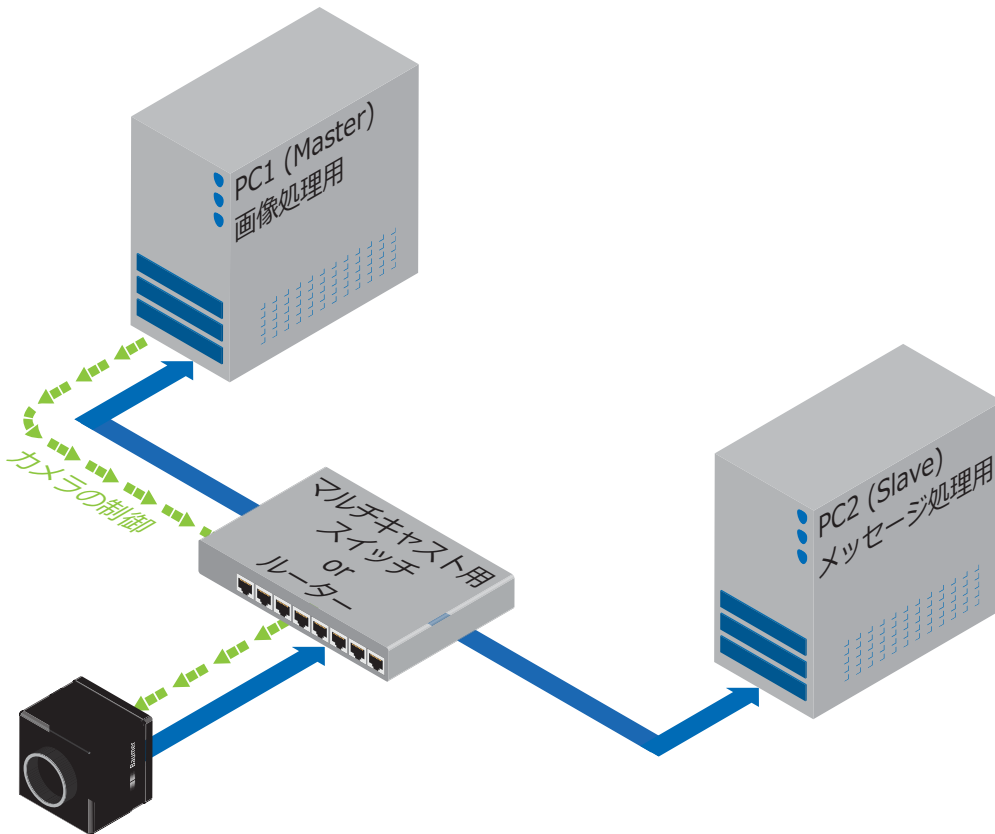
$$\text{ticks} = t_{\text{TransmissionDelay}}[\text{msec}] / 0.000001 = t_{\text{TransmissionDelay}}[\text{ticks}]$$

12.7. マルチキャスト (Multicast)

マルチキャストは送信側の受信帯域とポート数を拡張しなくても、複数の指定アドレスに対してデータパケットを送信することが可能です。データはIGMP (Internet Group Management Protocol) が利用できるスイッチやルーターなどのインテリジェントなノードに送信され、各受信グループへと分配されます。

以下の図は、2つの異なるPCに対して画像データとメッセージデータをマルチキャストでそれぞれ分割して処理している例です。

マルチキャストアドレス：
マルチキャスト用のIPアドレス範囲は“232.0.1.0”から“232.255.255.255”までです。



▼ 図49
2つのPCと1つのBaumer Gigabit Ethernetカメラによるマルチキャストのデータの流れ

インターネットプロトコル
BaumerのカメラはIPv4を使用しています。

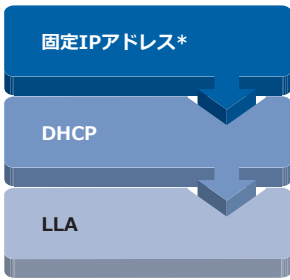


図50 ▲

Baumer Gigabit Ethernetカメラの接続確立:
デバイスは接続を確立させるのに3つのメカニズムを順に実行します。

DHCP :
DHCPリース期間に注意してください。

図51 ▼

DHCPディスカバー
(ブロードキャスト)

12.8. IPアドレス設定

12.8.1. 固定IPアドレス (Persistent IP)

固定IPアドレスは恒久的に割り当てられるアドレスです。永遠に有効です。

注意

IPアドレスとサブネットマスクの有効な組み合わせを確認して下さい。

IP範囲 :	サブネットマスク :
0.0.0.0 - 127.255.255.255	255.0.0.0
128.0.0.0 - 191.255.255.255	255.255.0.0
192.0.0.0 - 223.255.255.255	255.255.255.0

これらの組み合わせはBaumer-GAPI Viewerやカメラを実行中にBaumer-GAPIによってチェックされません。カメラが再起動された時にこのチェックが実行されます。不正なIPアドレスとサブネットマスクを組み合わせた場合、カメラはLLAのモードで起動します。

* この機能はデフォルトでオフです。

12.8.2. DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

DHCPはIPアドレスやサブネットマスク、ゲートウェイといったネットワークパラメータの割り当てを自動で行います。この処理には12秒程度かかります。

デバイスが有効なDHCPネットワークに接続されると、4つのステップが処理されます。

■ DHCPディスカバー

DHCPサーバーを見つける為に、クライアントはDHCPDISCOVERをブロードキャストでネットワークへ送信します。



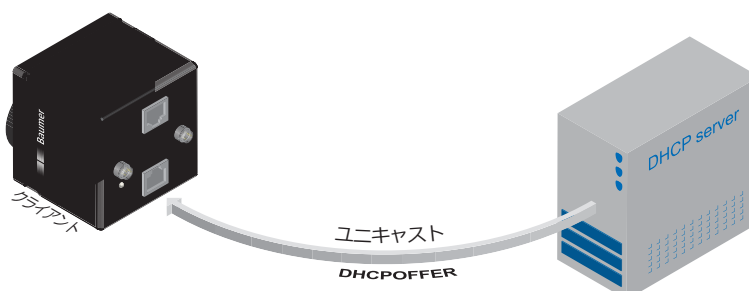
■ DHCPオファー

DHCPDISCOVERの受信後、DHCPサーバーはDHCP OFFERをユニキャストによって送信し、アドレス要求に応答します。このメッセージは以下の様にいくつかの情報を含んでいます。

クライアント情報	MACアドレス
	提供されるIPアドレス
サーバー情報	IPアドレス
	サブネットマスク
	リース期間

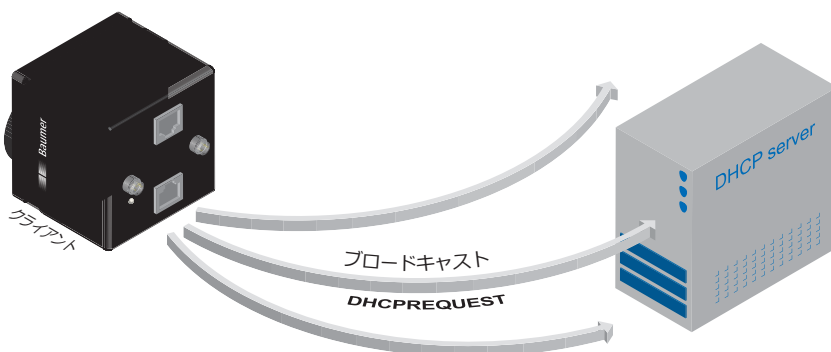
図52 ▼

DHCPオファー
(ユニキャスト)



■ DHCPリクエスト

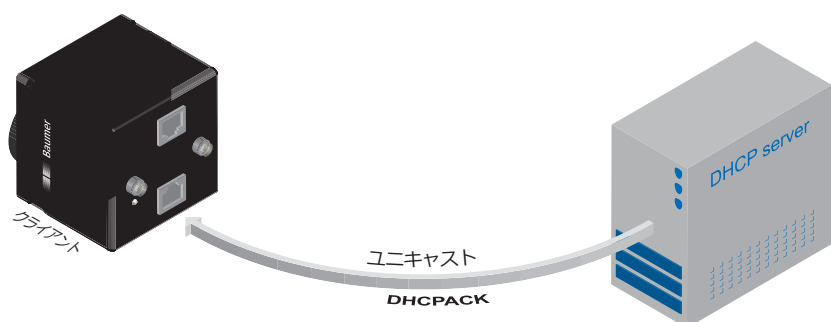
DHCPOFFERをクライアントが受信した後、確認処理を行わなくてはなりません。クライアントはネットワークへDHCPREQUESTをブロードキャストで送信します。このメッセージはIPアドレスを提供するDHCPサーバーとクライアントが情報を要求した利用可能な全てのDHCPサーバーのIPアドレスを含みます。これにより他のサーバーはクライアントへIP情報を発行する必要がありません。



▼ 図53
DHCPリクエスト
(ブロードキャスト)

■ DHCPアック

DHCPサーバーがDHCPREQUESTを受信した後、ユニキャストで要求した全ての情報がクライアントへ送信されます。このメッセージがDHCPACKです。この情報によってクライアントはIPパラメータを確定させ、全ての処理を完了します。



DHCPリース期間：
DHCPによる有効なIPアドレスにはリース期間の制限があります。期間が過ぎた時、IP設定を再び行う必要があります。また、接続の停止が発生します。

▼ 図54
DHCPアック
(ユニキャスト)

12.8.3. LLA (Link-Local Address)

LLAは169.254.0.1から169.254.254.254までのローカルIPの範囲の事で、他に有効な割り当て方法が無い時、自動的にこのIPアドレスがデバイスへ割り当てられます。IPアドレスはホストによって決められ、上述のIPアドレスの範囲内でランダムに生成された数字が使用されます。

LLA：
カメラと同じサブネット内でのPCの操作を保って下さい。

アドレスが選択されると、既にそのアドレスが使用されていないかどうかチェックする為、ARP (Address Resolution Protocol) のクエリーをネットワークへ送信します。応答に応じてIPアドレスが割り当てられる (使用中では無い場合) が同じ処理を繰り返すかが行われます。この方法は多少時間がかかるかもしれませんが、GigE Vision®規格でLLAは接続の確立まで40秒より長くなるべきではないと記載されていますが、最悪の場合数分かかります。

12.8.4. 強制IPアドレス (Force IP) *

何らかのミスで不正な設定をするとPCとカメラ間のコネクション確立においてエラーが発生します。この場合“強制IPアドレス”が最後の手段となるでしょう。強制IPのメカニズムはカメラのMACアドレスにIPアドレスとサブネットマスクを送信します。これらの設定は照合無しで直ちにクライアントへ適用されます。カメラの電源がオフにならない限りこの設定は有効なまま残ります。

*) GigE Vision®規格では、この機能を“StaticIP”と定義しています。

12.9. パケット再送

GigEVision®規格ではUDP (User Datagram Protocol) を使用してデータ転送を行っています。
UDPでは転送処理状態を把握しないため、データの消失を防ぐ為の構造を採用する必要があります。

ここでは、転送中にダメージを受けたパケットが不正なチェックサムによって破棄された後、再送要求が開始される行程を解説しています。行程は3つのケースを区別しなければなりません。

12.9.1. 通常時

データ転送に問題が無い場合、全てのパケットはカメラからPCに向けて正しい順番で転送されます。ほとんどの場合この状態の転送が行われます。

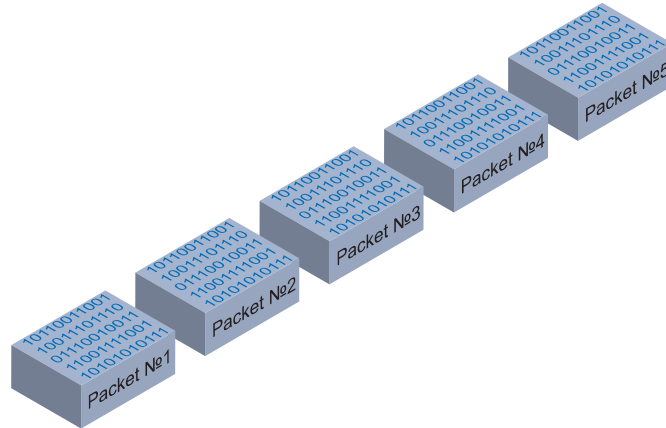


図55 ▼

パケット消失やパケット破損がないデータストリーム

12.9.2. 障害1：データ送信中にパケットが破損した場合

ひとつかそれ以上のパケットがデータ送信中に破損した場合、パケット番号 (n) の後にパケット番号 (n+1) が続いている事が検出されます。

この場合、アプリケーションは再送要求 (A) を送信します。この要求に続いてカメラは次のパケットを送信し、その後カメラは失ったパケット (B) を再送信します。

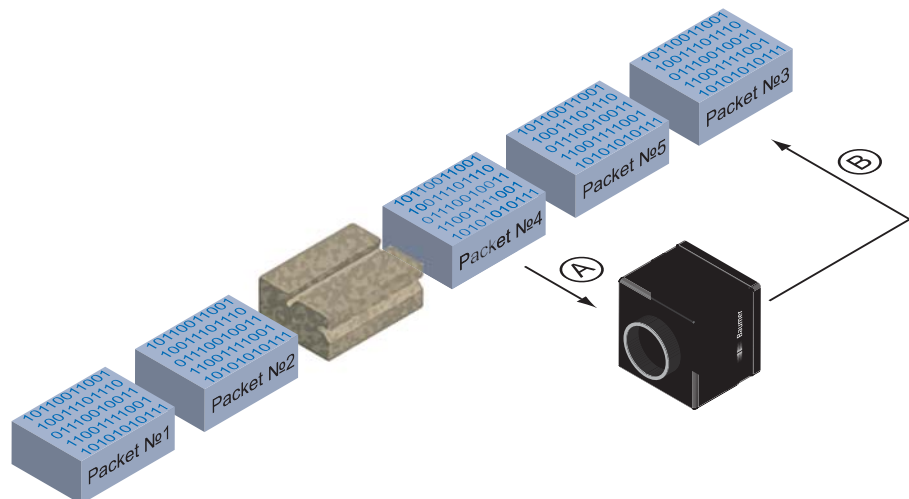


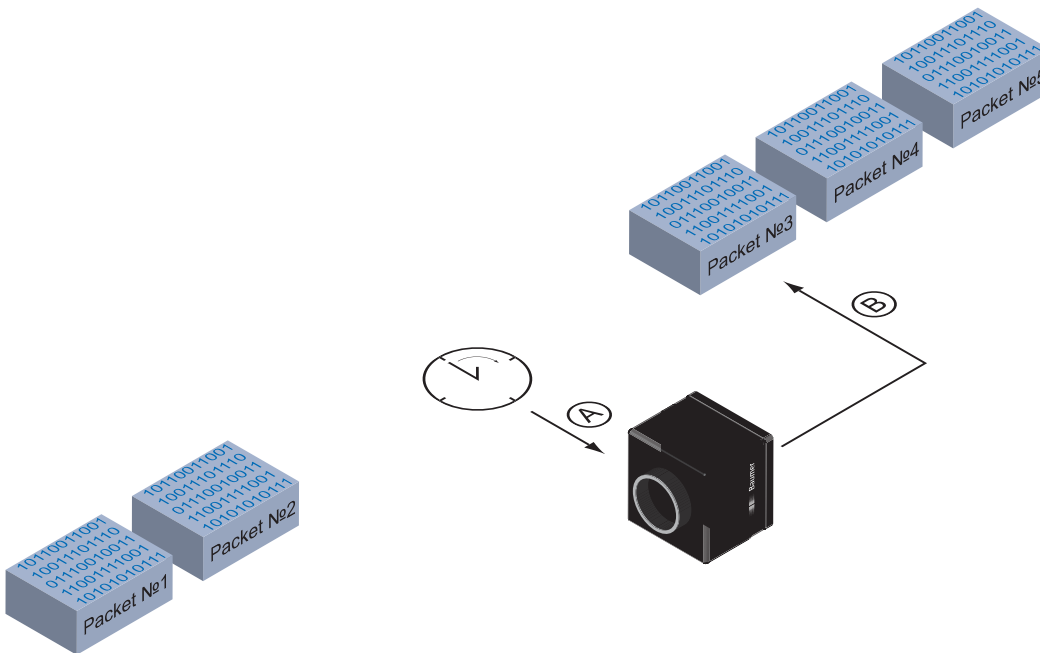
図56 ▼

データ送信中に破損したパケットの再送

これはNo3のパケットが破損した場合の例です。No4のパケットで障害が検知され、再送要求が発生します。その後、カメラはNo5のパケットを送信し、それに続いてNo3のパケットを再送信します。

12.9.3. 障害2：データ送信中にパケットが到達しなかった場合

端末へのデータ送信中に障害が発生した場合、アプリケーションは一定時間パケットが到達するまで待機します。待機時間が経過した時、消失したパケットを再送するため、再送要求が発生します。



▼ 図57
データ送信中に到達しなかったパケットの再送

これはNo3からNo5までのパケットが到達しなかった場合の例です。一定時間が経過した後に障害が検出され、再送要求 (A) が発生します。その後、カメラは画像データの転送を完了させるためにNo3からNo5までのパケット (B) を再送します。

12.9.4. 終了条件

以下の状態になるまで再送は実行され続けます。

- PCに全てのパケットが到達した場合
- 再送回数が限界値まで達した場合
- 再送処理がタイムアウトした場合
- カメラがエラーを返した場合

12.10. メッセージチャンネル (Message Channel)

非同期的なメッセージチャンネルはGigE Vision®規格で規定されており、各種イベント信号を提供します。それぞれ発信されたイベントには64bitのタイムスタンプ情報があり、それらはイベントが発生した正確な時間を保持しています。

また、それぞれのイベントは個別にオン、オフが設定できます。

HXGの場合：

イベント	説明
GigE Vision仕様のイベント	
PrimaryApplicationSwitch	プライマリアプリケーションの変更
ハードウェアイベント	
Line0RisingEdge	IOライン0での立上上がりを検出
Line0FallingEdge	IOライン0での立ち下がりを検出
Line1RisingEdge	IOライン1での立上上がりを検出
Line1FallingEdge	IOライン1での立ち下がりを検出
Line2RisingEdge	IOライン2での立上上がりを検出
Line2FallingEdge	IOライン2での立ち下がりを検出
Line3RisingEdge	IOライン3での立上上がりを検出
Line3FallingEdge	IOライン3での立ち下がりを検出
Line4RisingEdge	IOライン4での立上上がりを検出
Line4FallingEdge	IOライン4での立ち下がりを検出
Line5RisingEdge	IOライン5での立上上がりを検出
Line5FallingEdge	IOライン5での立ち下がりを検出
ExposureStart	露光の開始
ExposureEnd	露光の終了
FrameStart	フレーム出力の開始
FrameEnd	フレーム出力の終了
TriggerReady	入力されたトリガーを処理可能
TriggerOverlapped	トリガーオーバーラップを検出
TriggerSkipped	トリガーのスキップ処理を検出
Software	ソフトウェアトリガを検出
Action1	コマンドトリガー1を検出
Action2	コマンドトリガー2を検出
Link0Up	Port2のリンク接続を検出
Link0Down	Port2のリンク切断を検出
Link1Up	Port1のリンク接続を検出
Link1Down	Port1のリンク切断を検出
Timer1End	タイマー1の終了を検出
Timer2End	タイマー2の終了を検出
Timer3End	タイマー3の終了を検出
Counter1End	カウンター1の終了を検出
Counter2End	カウンター2の終了を検出
ソフトウェアイベント	
GigE VisionError	GigE Visionエラーコードを検出
EventLost	イベント消失を検出
EventDiscarded	イベント破棄を検出
GigE VisionHeartbeatTimeOut	ハートビートのタイムアウトを検出

12.11. アクションコマンド / ネットワーク経由のトリガー

基本的に、複数のカメラに同時にトリガーを与えるためにこの機能があります。

アクションコマンド	内容
アクションコマンドトリガー	接続されている全てのカメラにトリガーを送信します。
アクションコマンドタイムスタンプ	接続されているカメラのタイムスタンプをリセットします。

アクションコマンド：
ハードウェアリリース2.1以降のアクションコマンドの動作はGigEVision[®]規格の1.2に準拠しています。

ブロードキャストのネットワークパケットが実行された場合、このパケットを他の動作と同様にトリガーを与えるのに使用できます。

もちろん、異なるネットワーク構成は異なるレイテンシやジッターを持っているので、ネットワーク経由のトリガーはハードウェアのトリガーほど同時性があるトリガーではありません。しかしながら、アプリケーションはスイッチドネットワーク内でそれらのジッターを処理できます。また、この方法はカメラ同期をソフトウェアに追加するのに最適な方法です。

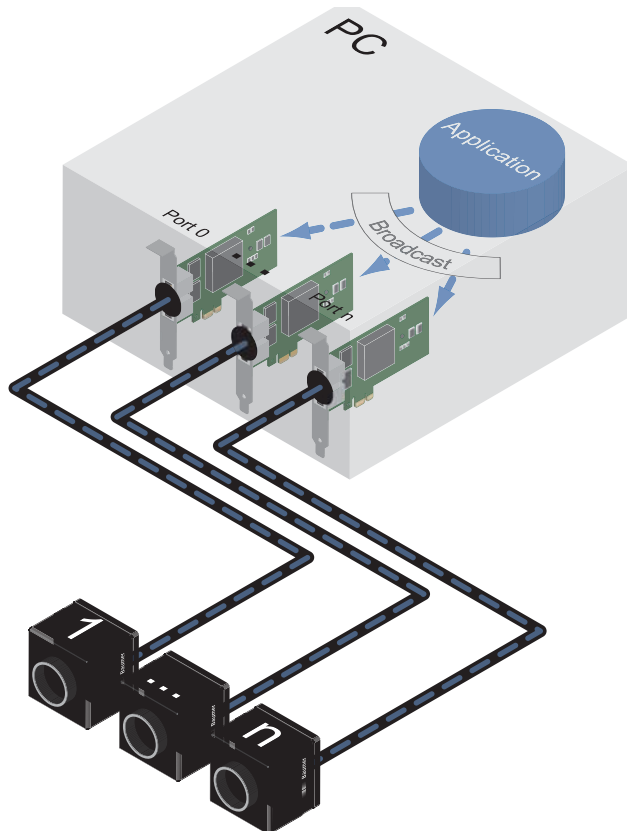
アクションコマンドはブロードキャストで送られます。さらに、カメラをグループ化できますので、全ての取り付けられたカメラがブロードキャストアクションコマンドに応答するわけではありません。

アクションコマンドには以下の情報を含んでいます。

- デバイスキー - デバイス上でのアクションを認証するため
- グループキー - 異なるグループのデバイスでのアクションをトリガーするため
- グループマスク - 異なるデバイスグループの範囲を拡大するため

12.11.1. 例：マルチカメラへのトリガー

下記の図の通り、複数のカメラはアプリケーションによって同期したトリガーを与られます。



▼ 図58
イーサネット経由のトリガー（ToE）による複数カメラのトリガー制御

2つめのアプリケーションや別のPCや接続されているカメラの内の1台は他のアプリケーションのアクションコマンドによってトリガーを作動させる事が可能です。

12.11.2. 例：タイムスタンプコマンドの実行

以下の図の通り、PCに複数のカメラが接続されている状況でPCから“Timestamp”のアクションコマンドを受け取ると、いっせいに全てのカメラのタイムスタンプが0にされます。

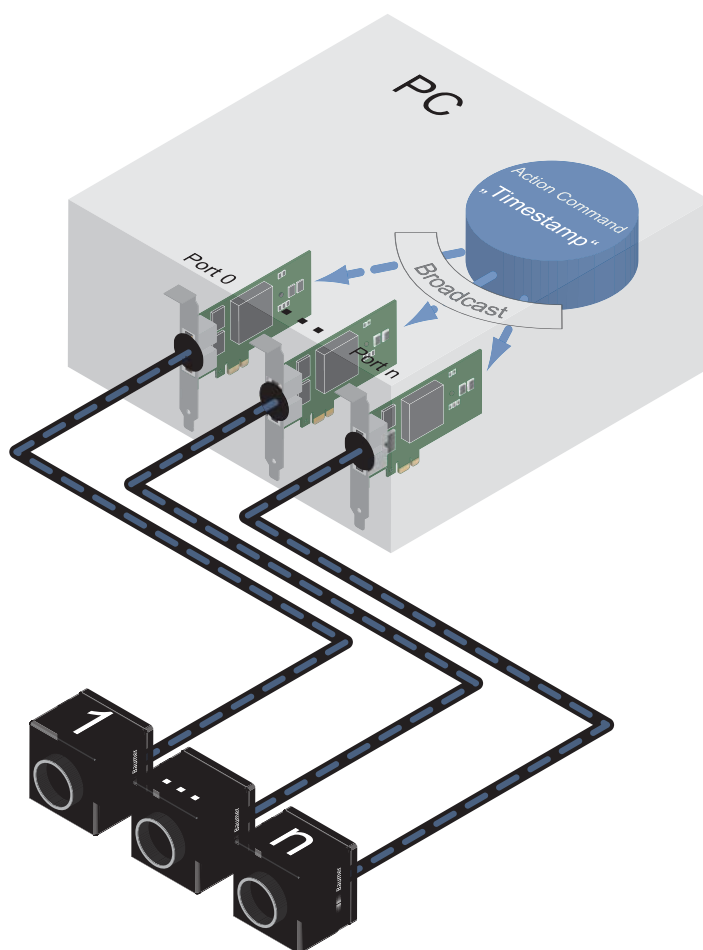


図59 ▼

イーサネット経由による
複数のタイムスタンプの
リセット

13. 開始と停止の挙動

13.1. 画像取得の開始と停止

1枚の画像の取得が開始したらカメラでは3段階の処理が行われます。

- 使用するイメージパラメータの確定
- センサーの露光
- センサーの読み出し

その後、カメラが停止するまでこの一連の動作を繰り返し行います。

画像取得の停止とは一連の動作が中止された事を意味します。停止信号が読み出し中に発生する
なら、カメラを停止させる前に読み出しは完了するでしょう。停止信号が露光中に到達したの
なら、読み出しは行われずに中止されるでしょう。

特別なケース：非同期リセット (Asynchronous Reset)

非同期リセットは現在の取得状況を中止する特別なケースの事を意味します。その結果露光は直
ちに中止され、読み出しも行われず、取得処理はスキップされます。

この機能はイメージパラメータの変更をより高速に行うために追加されました。

非同期リセット： この機能のタイミングの詳細については、それぞれのモデルのデータシートをご覧ください。

13.2. インターフェイスの開始と停止

インターフェイスが開始されていなければカメラからPCへの画像データの転送は開始されな
いでしょう。インターフェイスがアクティブになっていないのに画像取得を開始したら保存される画
像データは失われます。

また、データ転送中にインターフェイスを停止したら、カメラは直ちに停止されます。

13.3. インターフェイスの一時停止と再開

インターフェイスの動作中に一時停止するとしばらくの間カメラの内臓バッファに保存された画
像データが留まります。

インターフェイスが再開された後、バッファされている画像データはPCに転送されるでしょう。

13.4. 画像取得モード

通常、3つの画像取得モードがBaumer TXGシリーズのカメラで使用可能です。

13.4.1. フリーラン

フリーランでは、カメラは外部イベントがない状態でも常に画像を取得し続けます。

13.4.2. トリガー

基本的に、トリガーモードは装置のサイクルと共にカメラは同期しています。
トリガーモードでは外部イベントによるトリガがない限り連続で画像を取得しません。

13.4.3. シーケンサー

シーケンサーは露光時間やゲインなど異なる設定で連なった画像データを自動的に取得するの
に使用されます。

14. 画像センサに関する既知の問題

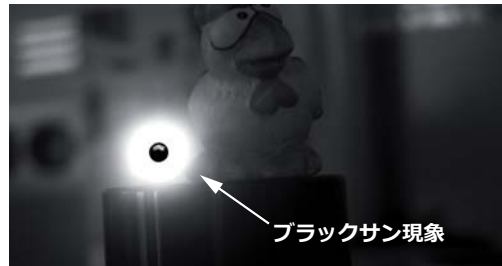
CMOSIS製のセンサーの既知の問題については下記URLで公開されています。

<http://www.cmosis.com/support/faq>

ここでは特に重要な問題を掲載しています。

14.1. ブラックサン現象 (Black Sun Artifact)

とても強いスポット光がセンサーに直接照射された場合、“ブラックサン”と呼ばれる現象が発生します。この場合、最も明るい部分の輝度値がサチュレーションする代わりに0に置き換わりま
す。ブラックサンがどのような画像かは下記図をご覧ください。



- “ブラックサン”の現象を除去する最適な方法はセンサーに照射される光量を減らす事です。
(絞りを絞るか照明の光量を減らす)

注意

露光時間を減らしたとしてもこの問題は解消されません。

14.2. 横線ノイズ現象 (Horizontal Line Artifact)

前の画像データの読み出し中にオーバーラップして露光が行われた場合、現在読み出している画像データと重なる部分が見えてしまう場合があります。この場合、次の画像の露光を開始するタイミングでその読み出し値が線状に見えてしまいます。場所は露出時間に依存しますが読み出し時間中に露光が開始された時に、明るい値か暗い値のオフセット値を持つ線が1ラインだけ画像上に現れます。

画像例については下記図をご覧ください。



- 読み出し時間よりも露光時間の方が長い場合、この現象は画像の上段に固定されます。
(露光の開始とリードアウトが重ならないため)
- オーバーラップしない“Sequential”の読み出しモードを使用すればこの現象は発生しません。
この場合フレームレートは露光時間の短さに依存し、短くなる程最大フレームレートに近づきます。
- CMV2000のセンサーの場合、露光時間によってはこの現象は発生しません。

15. クリーニングについて

カバーガラス

注意

カバーガラスで受光素子を防塵しています。クリーニングのためカバーガラスを外す必要はありません。

CMOSセンサーのカバーガラスはできるだけクリーニングしないで下さい。粉塵の付着を防ぐためにも上記の“レンズの取り付け”に関する説明を守って下さい。

もし、クリーニングが必要になった場合、エアダスターを使ったり、少量の100%アルコールで湿らせた糸クズの出ない柔らかい布で拭きとって下さい。

ハウジング

警告！



揮発性溶剤をクリーニングに使用した場合、揮発性溶剤がカメラの表面に損傷を与えるかもしれません。決して揮発性溶剤（ベンゼン、シンナー等）を使用しないで下さい。

カメラハウジングの表面を清掃する場合、柔らかい乾いた布を使って下さい。表面に残ったシミを拭き取る場合は少量の中性洗剤で湿らせた柔らかい布を使い、その後乾いた布で洗剤を拭きとって下さい。

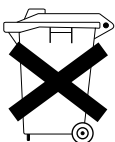
16. 保管と搬送

注意

カメラを搬送する時は必ず梱包して下さい。カメラが装置に組み込まれていないのであれば、出荷時にカメラが入っていた梱包箱に保管して下さい。

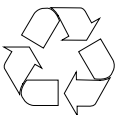
保管環境	
保管時の温度	-10℃ ~ +70℃
保管時の湿度	10% ~ 90%（結露無きこと）

17. 製品の破棄について



古くなった製品を電子回路や部品ごと破棄する場合、一般廃棄物では無いため自国の法律に抵触するかもしれません。また、2002/96/EC指令や、2006/66/EC指令が適用される場合、回収業者でリサイクルする必要があります。

老朽した設備の適切な処分は価値ある資源を節約し、可能な限り人間や環境に及ぼす悪影響を軽減する事を支援します。



返送時の梱包を資源サイクルする事は廃棄物を減らし、原料を保存する事を支援します。もはや梱包する必要がなくなった時に現地の法律に従って梱包資材を処分して下さい。

保証による修理を行う時に製品を適切に梱包できるので、保証期間の間は出荷時に使用された梱包箱を保管し続けて下さい。

18. 保証について

注意

カメラ内部に調整用のパーツはありません。
保証が無効になる事を回避するためにも、決してカメラ筐体を開けないで下さい。

注意

Baumerの技術者以外がカメラの修理・解体・再加工を行ったことが明らかな場合、Baumer Optronicはそのデバイスのその後の性能や品質に対してあらゆる責任を取る事はないでしょう。

19. サポートについて

何かカメラに問題があった場合は各地域の担当サポート窓口にご連絡して下さい。

カメラメーカー

■ Baumer Optronic GmbH
Badstrasse30
DE-01454 Radeberg, Germany

Tel : +49 (0)352 8438 6845
Mail : support.cameras@baumer.com

Website : <http://www.baumer.com/>

日本国内総代理店

■ 株式会社アルゴ
〒564-0063
大阪府吹田市江坂町1-13-48
インタープラネット江坂ビル9F
Tel : 06-6339-3366
Mail : argo@argocorp.com

Website : <http://www.argocorp.com/>

20. 適合情報



Baumer HXGシリーズのカメラは以下の仕様に適合します。

- CE
- FCC Part 15 Class B
- RoHS

20.1. CE

上記の説明通り、Baumer HXGカメラはCE指令に適合していると弊社の責任においてここに宣言します。

20.2. FCC - Class B デバイス

本機はFCC指令のパート15のClassBデジタルデバイス規格に従ってテストされています。それらの規格は居住環境での有害な混信に対して最適な保護を提供するよう設計されています。

本機は装置へ設置せず取扱説明書に従った使用を行っていても、電磁波を発生し外部に放出する場合があります、それが無線通信に有害な混信を引き起こすかもしれません。また、特定の装置で影響が発生しないといった保証は全くありません。本機をオン、オフ切り替える事で無線機器や映像機器に有害な混信を引き起こす場合、以下の対策の中から干渉を修正する事を試みて下さい。

- 受信アンテナを新しい方向に向けるか移動して下さい。
- 本機と受信機との間隔をより広げて下さい。
- 受信機が接続している電源回路とは別の電源回路に本機のコネクタを接続して下さい。
- 販売元やテレビ・無線の技術者に相談して下さい。



■ Baumer Optronik GmbH
Badstrasse 30
DE-01454 Radeberg, Germany
Tell : +49 (0)3528 43 86-0
Fax : +49 (0)3528 43 86-86
Mail : sales@baumeroptronic.com
URL : <http://www.baumer.com/>

■ 株式会社アルゴ
〒564-0063 大阪府吹田市江坂町1-13-48
インタープラネット江坂ビル9F
Tell : 06-6339-3366
Fax : 06-6339-3365
Mail : argo@argocorp.com
URL : <http://www.argocorp.com/>