

## マシンビジョンの基礎知識

## 第9回

## カメラについて

FAビジョン(株)  
丸地三郎

この稿出は、カメラの種類と用途・特性、および画像の取り込みに使用されるカメラの種類とトレンドを紹介する。個々のカメラ種類を紹介していくと、触れることのできない課題や疑問に重点を置き、スタートする。

産業用カメラの価格は高すぎる？！

感覚的な言い方になるが、最高級の一眼レフ・カメラに比べ、産業用カメラは値段は高い。高級デジカメに比べ画素数も多くないのでどうして。そんな感じをもっている方も多いと思う。この疑問から解消したい。

CCDに対応するものは、撮像管（真空管）であった。固体素子カメラがあり、CCD全盛の時代が今であり、次はCMOSかと言われている。どちらがトレンドになるかは議論のある処。

CCDのカメラを1980年始めに、私が手に持った時は驚きであった。小型で軽い産業用カメラで、「時代はCCD」と予感させた。その通りになったが、このカメラが、最初に大量使用されたのは、実はやや別の分野で、ジャンボジェット機搭載用であった。パイロットの視野を補完する位置に取り付けられたもので、“準”産業用の用途からスタートしたわけである。

当初のCCD素子は、欠陥素子を必ず、数個含んでいた。無いものは「無欠陥素子」と言われ極めて高価であった。このCCDという、まだ完成していない技術を牽引し、引き上げて行ったのは、民生品：ビデオカメラであった。特殊なライン・カメラの素子と同じような素子が使われている機器がある。そう！FAX、スキャナーである。

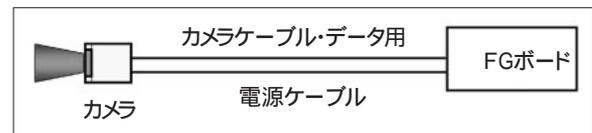
CCD素子の生産量は民生品と産業用カメラではどちらが多いだろうか？ 答えは、どなたでも判る通りである。半導体のプロセス技術の進歩には、ボ

リューム、量産が要求されていた。

産業用カメラの素子は、民生品の転用、民生用の半導体生産ラインに割り込んで、少量生産する。こんな状態が現実の姿だと聞いている。

産業用カメラは何故高いか？ カメラメーカーの努力で大変安くなった。しかし、急激に価格低下をしているデジカメの価格を知ると、高いと言われても、これは仕方がない。

産業用カメラは、量産規模の大きな民生品の技術と生産設備をベースにしている。これが、このカメラの基本問題理解のKEYである。



第1図 カメラと附帯部品

### 基本的なカメラのタイプ

画像処理装置に接続されるまでの部分を含めて、記す。

カメラ部分で、標準カメラといわれるものがある。これは、RS-170 / EIA / NTSC、CCIR / PALの規格に基づくカメラ。これらはテレビの技術をベースにしている。(CCIRは、欧州のテレビ方式。)したがって、アナログ出力形式になる。

カメラケーブルは、アナログ用。

カメラ電源ケーブル。

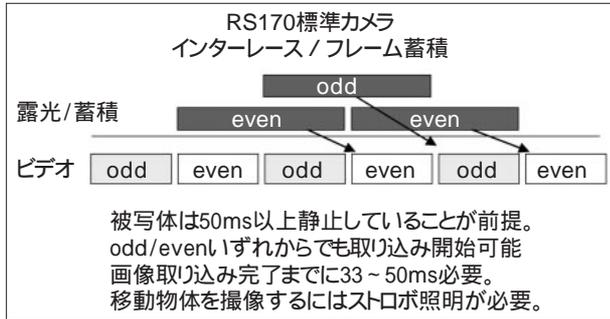
画像取りこみ用(フレーム・グラバー)ボードは、アナログからデジタル・データに、A/D変換して画像処理のメモリーに引き渡す。

整理すると、カメラに搭載されている素子のCCDは、デジタル・データ。カメラ本体中で、D/A変換され、アナログでカメラケーブル中を伝送され

る。FGボードで再びA/D変換される。従って、D/AとA/Dの2回の変換が、標準方式では行われている。

手間の掛かる方式の様に見えるが、これは、産業用カメラがテレビ方式の準拠することで成り立ち、成長してきた経緯がその歴史にあるため。

今も、この方式が、最もポピュラーで使い易い。その理由は、カメラもケーブルもFGボードも、標準化され、価格も安く、入手し易いため。



第2図 標準カメラの画像蓄積と出力

### 標準カメラの問題点

テレビ方式を受け継いでいることがプラス材料であるが、産業用カメラとしては、用途が違う面もあり、問題点を内在している。

#### 1. 走査線の問題

標準カメラでは、CCD素子から水平方向に走査し順次、映像信号を出力する。画面の右端まで走査すると1行おいて、次の行を出力する。

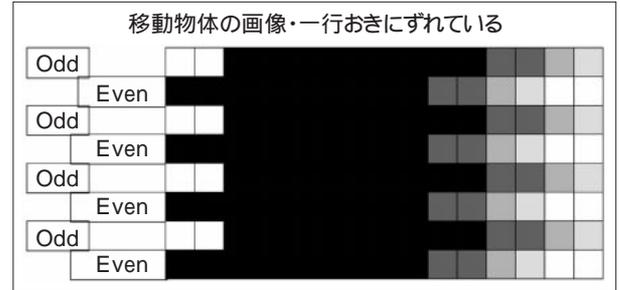
#### 2. インターレス

飛び越し走査方式と言われ、奇数行の画面、偶数行の画面が互い違いに出力される。通常は問題ないが、移動するものを撮像し、計測する場合には、1行おきに、少しずれた画像が作成され、その変な画像を処理することになり、不都合が発生する。対策としては、標準カメラをそのまま使い、フラッシュをたき、露光時間を短くし、画面をフリーズして、インターレス方式の弱点が出ないように工夫する。もう1つの方法は、カメラの方式を変え飛び越し走査をしないノンインターレス・プログレッシブスキャン方式などのカメラを使用することになる。

#### 3. 画素数・サイズ、スピードの制約

640 × 480 (CCIRでは760 × 574) 画素の画面とな

る。1秒間の撮像回数は30回 (CCIRでは25回)。

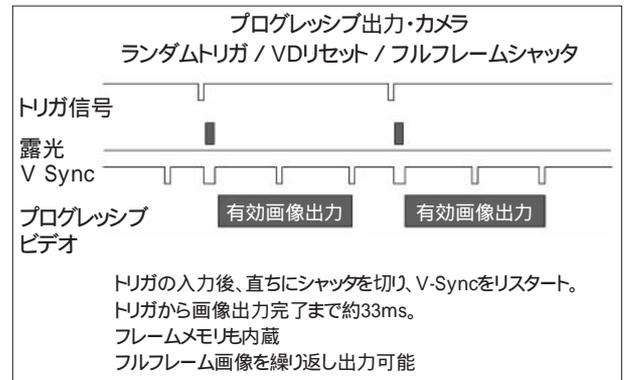


第3図 標準カメラで移動体を撮像したときに発生する問題

### 非標準カメラの種類

産業用カメラの目的に沿った、技術的にも優れた沢山のカメラが作られている。そこで、標準以外のカメラの種類をリストしてみる。

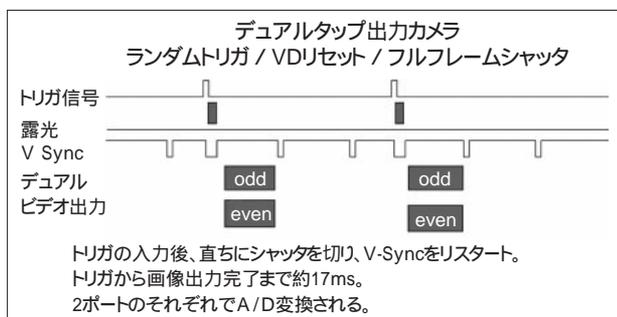
- プログレッシブ・スキャンカメラ
- デュアルタップ・カメラ
- デジタル・カメラ (D/A、A/D変換不要)
- 赤外線カメラ
- 紫外線カメラ
- X線カメラ
- カラーカメラ
- 高画素カメラ
- ラインスキャン・カメラ



第4図 プログレッシブ・スキャンカメラの蓄積と出力

### 非標準カメラの問題

標準カメラにない機能を実現した非標準カメラ群の問題点の1つは、価格の問題。生産量が十分ないため、価格が下がらないこと。2つ目の問題は、非標準の付属品。ケーブルとコネクタが特殊になること。FGボードが専用になること。電源ケーブ



第5図 デュアルタップ・カメラの蓄積と出力

ル・カメラケーブル、各々の両端のコネクターにはいつも神経を使われる。コストと調達、そしてメンテナンスの問題につながる。

### インターフェイスとケーブルの標準化

問題解消のため、標準化の動きはあったが、中々進展しなかった。米国のAIA (American Imaging Association) の有志の企業で仕様をまとめた Camera Linkを基に、1999年から標準化委員会が結成され、対応製品が発表されている。Camera Linkでは、コネクター、ケーブルが定まり、伝送方式も標準化されている。産業用カメラの標準化に寄与するものと期待される。カメラメーカーのパルニックスアメリカの堀寿和さんが、講演や論文で普及活動に尽力されている。Camera Linkの詳細はWEBで探して見ていただきたい。

その外の標準化の動きとしては、IEEE1394 (Fire Wire) がある。産業用カメラの標準化で有力視されたこともあるが、高画素カメラの必要とする伝送スピードやフラッシュとの同期などに問題がある。

1394の普及が遅れる中で、同系統の技術のUSBカメラと称するものが販売されている。USBケーブルで接続が可能、フレーム・グラバも使わないカメラが実用化され、民生用や、監視カメラの用途では、その長所を生かして活用されている。

### CCD素子の物理的なサイズとレンズ

CCDの素子の物理的なサイズがカメラには記載されている。1/3、1/2、2/3、1/1インチなどと記載されていることを確認いただきたい。

産業用カメラは普通Cマウントと呼ばれるねじ式のマウントでレンズを接続・固定する。

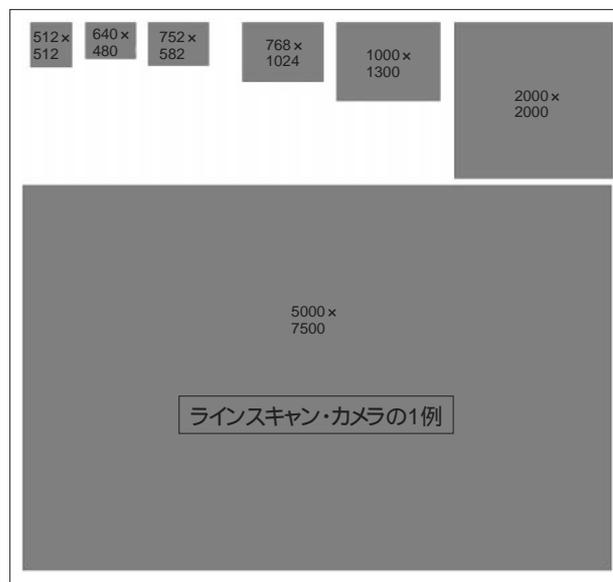
レンズの倍率とCCD素子のサイズで、画像の大

きさが決まる。言うまでもなく素子サイズは基本になる。

素子のサイズは、高画素カメラでは、要注意である。レンズが、本来設計されている対象素子サイズと違う場合、周辺部分が歪む、光量落ちするなどの不具合が発生する。この問題を解消するため、高画素カメラ専用レンズが出ている。これは、高画素カメラの大きなCCD素子のサイズに合わせて設計されている。また、解像力も素子数に合わせて高めている。

素子サイズの問題を一番大きく受けるのが、ラインスキャン・カメラ。1ピクセルの素子サイズが4.7ミクロン / 1ピクセルの場合、7,400画素分で、34.8mm 1.4インチ。通常のエリア・カメラ用のCCD素子サイズとは大きく異なる。そこで、レンズマウントも、一般的なCマウントは使えず、35mm用カメラのレンズマウントなどが使われる。

レンズは、歪みや周辺光量落ちの少ない、解像度の高いものが必要とされる。高画素カメラやラインスキャン・カメラを採用するには、対応するレンズまで考慮に入れる必要がある。



第6図 カメラの種類と画像のサイズ

### どんな時にどのカメラを選択

カメラ選択の余地がない場合も多い。画像処理システムによっては、標準カメラか、専用カメラに自動的にになってしまう。その場合は、レンズ倍率を選択し、分解能を、1画素を何mmまたは何μにするか選ぶ。分解能が足りない場合には、画面の数を増

やす、複数画像をとることになる。

カメラの種類を選択することのできる場合は、対象とするものが動くもの時は、ストロボを使うか、プログレッシブ・スキャンのカメラ  
取り込み時間を短くしたい時には、倍速カメラ  
高解像度が必要な場合には、高画素カメラ  
カラー処理の場合は、カラーカメラ  
などと選択することになる。

### カメラを探す方法

各種カメラを探す方法としては、下記の方法がある。

展示会：6月の画像センシング展、12月の国際画像機器展が最も適切なもので、実物の展示を見ながら調べることができる。そのガイドブックは後々も有効に使える。そのガイドブックは後々も有効に使える。可能性のありそうなメーカーを探して、個別メーカーのカタログを参照することになる。

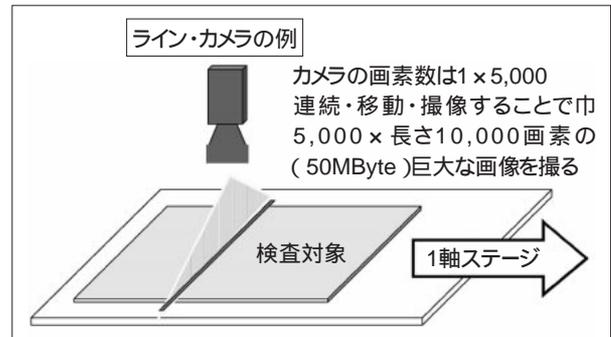
画像処理関連の雑誌：「画像ラボ」（日本工業出版）と「映像情報インダストリアル」（産業開発機構）およびその別冊号のカメラ関連情報が有効。  
インターネットで各社のWEBサイトを探す。

### 注目されるカメラ

最近、注目されるカメラは、高画素カメラ。標準化されていない点で注意が必要だが、手ごろな価格帯に入った1,300×1,000画素のカメラや1,500×2,000画素といったカメラが使えるようになり、検査のアプリケーションでは有用。従来解像度が足りないため、カメラ位置をXYステージで移動させ、複数の画面を取ることで実行できたアプリケーションが、固定カメラで達成できるようになった。画像処理システムが高速化されたことにも助けられ、実用性が高くなり、アプリケーションが拡大している。

更に解像度を要求される場合には、ラインスキャン・カメラになる。通常のエリア・カメラと異なり、カメラに加えて、照明、レンズ、1軸移動ステージ、以上の総合の結果で画像がとられる。このため、画像処理に適した画像の撮像には、ノウハウと実績が必要であるが、この解像度は、外観検査の分野で新しい展開を生むものと期待される。

しかし、高画素カメラとラインスキャン・カメラの利用に当たって、留意しなければいけない点がいくつかある。



第7図 ラインスキャン・カメラ

撮像時間・転送時間

画像処理にかかる時間

大きな画像データのハンドリングが可能か？

標準カメラでは

640×480画素 = 307,200画素 = 0.3Mバイト

高画素カメラ（1300×1000の例）では

1,300×1,000画素 = 1,300,000 = 1.3Mバイト

ラインスキャン・カメラ（5,000画素の例）

5,000×10,000画素 = 50,000,000 = 50Mバイト

標準カメラの4.3倍（高画素カメラ）、167倍（ラインスキャン・カメラ）の画像データを取り扱えるか？ 期待する時間内で処理できるか？

これらの点が解消できれば、これらのカメラの大きなメリットが享受できることになる。

おわりに

従来のカメラと同じサイズの筐体に画像処理機能の収まったカメラ一体型画像処理システムが世界中で発売されている。しかも、かなり高い能力を持っている。携帯電話に高解像度のカメラの付く時代には当然のことかもしれないが、やはり驚かされる。今後のアプリケーション展開と期待を考えると、驚きもひとしおの感がある。

### 【筆者紹介】

丸地三郎

FAビジョン(株)

〒337-0043 埼玉県さいたま市見沼区中川68-1

TEL : 048-682-4192 FAX : 048-682-4191

E-mail : smaruchi@fa-vision.com

URL : http://www.fa-vision.com