

## 次世代イメージセンサ： 顧客側の期待の高まりに 備える供給メーカー

グレッグ・ホローズ

センササイズが拡大し続けるにつれて、正しい光学部品を選択が高品質画像を取得するための鍵となってくる。

この10年間で、イメージセンサメーカーは分解能と性能の向上を促進し、産業用イメージング、マシンビジョン、ファクトリオートメーションの様相に飛躍的な変化をもたらした。そうした企業は、ビジョンガイドロボットなど、自律性に基づくあらゆる新規市場への道を切り開くことにも貢献した。

ピクセル数を増加させたイメージセンサが、定期的に市場に投入されて、それよりも性能の低い製品に置き換わっていく。ピクセルサイズの縮小によって、センサのフットプリントもある程度小さくなるため、多くのマシンビジョンカメラ設計においてCマウントの利用が引き続き可能となっている。ピクセル数の増加とサイズの縮小というこのプロセスは、数年ごとに繰り返され、顧客と供給メーカーの両方にメリットをもたらしている。

ピクセルサイズがあまりに小さいと従来の光学部品では有効に活用できないという限界が存在するため、ピクセル数の増加に伴ってイメージセンサのサイズが徐々に大きくなっていくのは避けられず、最終的にはCマウント以外のマウント方式が必要になってくる(図1)。カメラメーカーが採用する標準マウントの種類をただ変更するだけでなく、次に登場するイメージセンサを適切にサポートするために、コンポ



図1 CマウントとFマウントのカメラでは、センサとマウントのサイズが大きく異なる。

ーネントの供給者と消費者が検討しなければならない複数の問題が存在する。そうした重要な問題の1つが、適切な光学部品が利用できるかどうかということである。

### 顧客の期待

概して顧客は、カメラに見合った性能を備える光学部品によってカメラ性能を最大限に高めたいと考えるが、光学部品に対する期待は、イメージング性能だけにとどまらない。最小限のパッケージサイズに収められた費用対効

果の高いレンズが、一般的に求められる。最近まで、ファクトリオートメーションやマシンビジョン向けに提供されているイメージセンサの対角寸法は主に、1.1型として知られるフォーマットの17.6mm以下か、フルフレーム型として知られるフォーマットの43.3mm以上のどちらかだった(図2)。

これだけ大きな差がある2つのサイズしかない理由は、他の業界で提供されているレンズ製品に関連している。例えば、小さいほうのイメージセンサは閉回路テレビ(closed circuit television)：

CCTV)で使用され、大きいほうのイメージセンサは写真撮影や拡大レンズで使用されている。その結果、マシンビジョン業界では数十年間にわたって、Cマウントと写真用マウントが産業用カメラの構築に使用されてきた。

分解能が向上した次のイメージセンサが登場する際には、1.2型、4/3型、APS-C、APS-Hのイメージセンサフォーマットを、マシンビジョンやファクトリオートメーションの分野に導入することが必要になる。それにより、これまで小さいか大きいかの2つの標準センサしか選択肢がなかったのに対し、センササイズの間隔が埋められるようになる(図3)。最も簡単な方法は、それらの中間サイズのイメージセンサを、それよりも大きく現在利用可能な写真用マウントに配置することだが、その方法では本質的に、性能、サイズ、費用対効果に対する顧客の期待にそぐわない可能性がある。

### 光学性能と顧客の期待

理論上は、すべての中間サイズのイメージセンサと、それらに対応するフルフレームのイメージセンサで使用できる、一連のレンズを設計することは理にかなっている。しかしそうすると、サイズは過度に大きくなり、価格は必

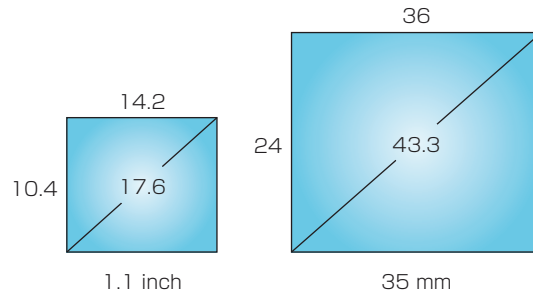


図2 標準的なラージフォーマットのセンササイズといえば、以前は1.1型だったが、その後35mmフォーマットのセンサが登場した。

要以上に高くなり、おかしな話だが性能は低い製品になってしまう。そうした最適とは言えない性能は一般的に、焦点距離がセンササイズの1~1.5倍未満のレンズに生じる。

例えば、フルフレームセンサ用に設計された、焦点距離が50mmのレンズの焦点距離とセンササイズの比は、フルフレームセンサ上では1.15:1だが、APS-Cセンサ上では1.78:1となる。

しかし、このレンズは大きいフルフレームイメージセンサ(比率1.15:1)用に設計されているため、大きいセンサフォーマットに合わせて設計時のトレードオフを行う必要があり、小さいイメージセンサフォーマットを使用する場合の問題は解消されない。APS-Cイメージセンサ用に設計された焦点距離50mmのレンズのほうが、設計時に必要なトレードオフが少ないため、性能

は高くなるはずである(比率1.78:1)。また、このレンズのほうが小型かつ軽量で、製造コストも低い可能性が高いので、顧客の期待に合致する。

対象とするイメージセンサ用に設計されたレンズを使用するのが理想的であり、そうすれば、カメラマウントのサイズや、光学部品とセンサの距離の制約が設計の妨げになることはない。つまり、光学部品やカメラのメーカーは、分解能が向上した次のイメージセンサが市場に登場する際には、Cマウントと写真用マウントの中間領域への移行を検討する必要があるということになる。

幸い、日本インダストリアルイメージング協会(JIIA)が数年前に、この問題を解決するためのマウント規格を策定しているので、進むべき道は切り開かれている(bit.ly/VSD-JIIA)。し

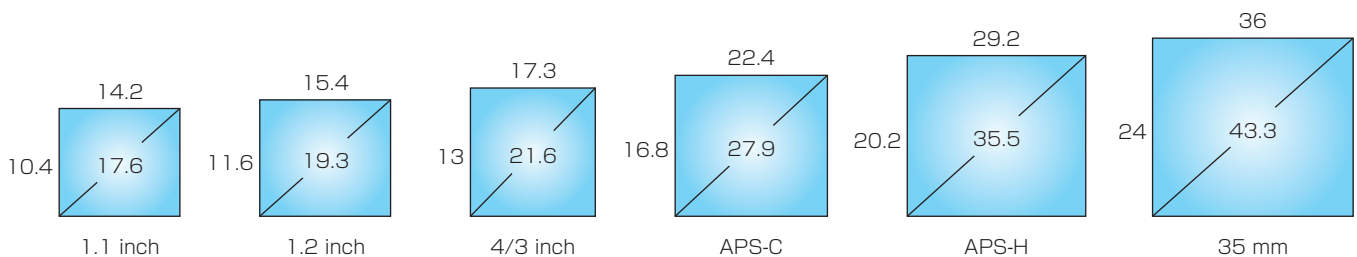


図3 標準的なラージフォーマットのセンササイズとして、新たに1.2型、4/3型、APS-C、APS-Hのセンサフォーマットが加わっている。

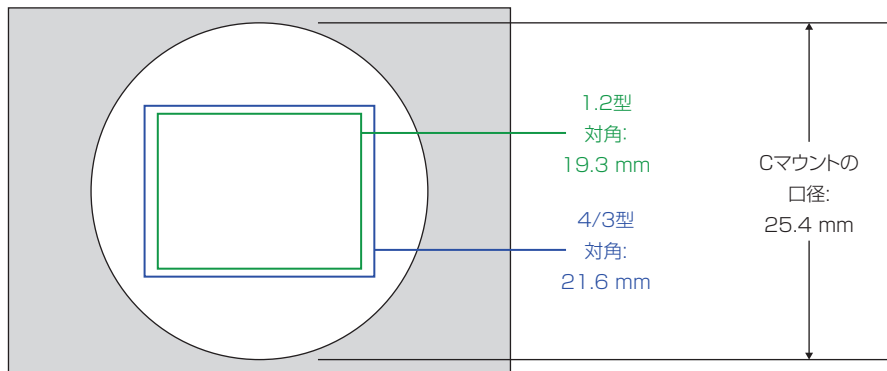


図4 1.2型と4/3型のセンサフォーマットは、Cマウントカメラの内側に物理的には収まるが、センサと口径の縁の距離が短くなると生じる問題を回避するために、これらのセンサフォーマットに対しては、TFLマウントなどの他のマウントが推奨される。

しかし、この領域には最近まで、全く製品が提供されていなかった。

### この新しい領域における推奨事項

カメラとレンズの適切な組み合わせを得るために、マシンビジョンシステムのインテグレータにできることが複数存在する。まずは、カメラマウントとイメージセンササイズを適切に合わせる事が重要だ。Cマウントの口径は25.4mmで、1.2型や4/3型といった一部の新しいセンサフォーマットに物理的に適合するようには見えないかもしれない(図4)。しかし、イメージセンサとCマウントの縁の距離が短くなるにつれて、効果的な光学部品的设计は難しくなっていく。レンズ筐体の機械的構造を満たしつつ、センサの四隅に光線を当てなければならない。また、マウントの縁に直接光を当てると、迷光が生じ、ホットスポットやグレアが発生してシステム性能が低下する恐れがある。イメージセンサ上のマイクロレンズの影に起因する、他の問題も生じる可能性がある。

イメージセンササイズとマウント口径の比が0.8:1を超えても、問題が生

じ始め、さらに深刻な状況につながる恐れがある。そのため、Cマウントは、1.1型までのサイズのイメージセンサに使用するのが望ましい。1.2型、4/3型、APS-Cと、それらの間のサイズのイメージセンサには、口径35mmのTFLなどのマウントの使用が推奨される。

1.2型のイメージセンサには、CマウントとTFLマウントのどちらも使用可能だが、このセンササイズに対応するCマウントレンズは限られており、APS-C向けに開発されたレンズが、このセンササイズに対応するように設計されることに、注意が必要である。そうしたレンズは、TFLマウントの大きな口径に合わせてレンズ素子の直径が大きいため、小さなCマウントでは使用できない可能性がある。

カメラと望ましいイメージセンサを選択したら、次は最適な性能の検討に入ることができる。高分解能のイメージセンサには本質的に、高い光学性能が必要になる。光学部品の中には、短い作動距離で高い性能を発揮するものもあれば、長いほうが性能が高くなる

ものもある。高分解能イメージングでは、これがますます顕著になる。

設計時トレードオフとレンズ強度がまちまちであるため、すべてのイメージング用途に対して最適なソリューションとなる単一のレンズは存在しない。光学部品の供給メーカーは、選択肢の中から特定のイメージング用途に最適なものを絞り込めるように、さまざまなレンズの性能に関する主要な情報を提供することができる。また、焦点距離とセンササイズの比を覚えておくことも重要である。

この比が1:1に近づくか、それ以下になると、レンズの性能は著しく低下し、高分解能センサに必要な性能は達成できなくなっていく。そのため、広角イメージングは特に難しい。可能であれば、焦点距離とセンササイズ(対角長)の比を2:1から4:1の間にする事が推奨される。そうすれば、手ごろな価格で最良の結果が得られる。

イメージセンササイズが大きくなるにつれて、この比率を保つための焦点距離も長くなり、光学部品は、多くのCマウントカメラに見られるものよりも著しく大きくなっていく。

イメージセンサの分解能が向上し続けるにつれて、現行のマシンビジョンの効率さはさらに高まり、新しい用途が出現するようになる。供給メーカーは今後数年間で、新しいイメージセンサ技術の有望性を最大限に高めるカメラ及びレンズ技術をうまく開発する必要がある。これが効果的に行われれば、マシンビジョンシステムのインテグレータは、そうした新しいイメージセンサがもたらすメリットとイノベーションを享受することになる。

#### 著者紹介

グレッグ・ホロズ(Greg Hollows)は、米エドモンド・オブティクス社(Edmund Optics)のイメージング事業部門担当副社長。URL: [www.edmundoptics.com](http://www.edmundoptics.com)