

「カメラマウントの変遷と今後のミラーレスカメラの動向」

望月 宏

目次

第一章 研究の目的

第二章 カメラ黎明期からデジタルカメラ登場までのマウントの変遷

- 第一節 カメラの黎明期のマウント
- 第二節 一眼レフカメラの初期マウント
- 第三節 電子接点マウントの登場
- 第四節 デジタル一眼レフカメラの登場

第三章 ミラーレスカメラの時代へ

- 第一節 ミラーレスの登場と見えてきた課題
- 第二節 イメージセンサーの改良
- 第三節 ミラーレス用新マウント
- 第四節 ライカLマウント

終章 結論と今後の展望

第一章 研究の目的

カメラは、カメラ本体とレンズで構成される。

この二つを繋げるものは「マウント」と呼ばれる部分である。2018年にニコンが、一眼レフカメラのニコンFを作って以来、保持してきたマウントの規格に加え、新たなマウントを作り出した。

同様にキヤノンもほぼ同時期に新しい規格のマウントを打ち出した。世界の二大一眼レフメーカーがこのように新しい規格を打ち出したのは偶然ではなく、これまでのミラーを介して実像を見るという伝統的な一眼レフカメラから、イメージセンサー上に映し出される画像を確認するという、ミラーを持たないミラーレス技術に本格的に取り組むためである。

そして、このミラーレス技術は今後のカメラ業界の技術のコア部分として、競争力を支える源泉の一部としてさらなる発展が見込まれているものである。

本論文ではマウントの歴史を、その時々技術に応じて変化したものとして、また、同時に各メーカーの競争力の源泉を成す重要な要素として、その歴史を振り返ってみる。そして、将来の日本のカメラ産業の在り方を検討する。

なおこの研究は、専修大学共同研究助成 H.27 年度「オプトエレクトロニクス産業のコア技術との連携で、競争力向上を目指すカメラ産業」（望月宏・笠原伸一郎）の成果および、専修大学社会科学研究所のグループ研究「日本のカメラ産業の競争力・ブランド力分析」（2013年4月1日～2016年3月31日）、および「イメージセンサーと半導体産業」（2016年4月1日～2017年3月31日）の成果の一部として発表するものである。

また、本論文内の写真はすべて筆者が撮影したものであり、図はすべて筆者が作成したものである。

また、本文中の会社名については執筆時点の現社名で表記するものとして、ライカはライカ・カメラ AG を、ニコンは株式会社ニコンを、キヤノンはキヤノン株式会社を、ソニーはソニー株式会社を、富士フイルムは富士フイルム株式会社を、オリンパスはオリンパス株式会社を、シグマは株式会社シグマを、パナソニックはパナソニック株式会社を、マミヤはマミヤ・デジタル・イメージング株式会社を、カールツァイスはカールツァイス株式会社を、トプコンは株式会社トプコンを、コダックはイーストマン・コダックを、コニカミノルタ及びミノルタはコニカミノルタ株式会社を、トキナーは株式会社ケンコー・トキナーを、コシナは株式会社コシナを、リコーはリコーイメージング株式会社を、カシオ計算機はカシオ計算機株式会社を示すものである。

第二章 カメラ黎明期からデジタルカメラ登場までのマウントの変遷

第一節 小型カメラの黎明期のマウント

小型カメラの黎明期、最初は目測型のカメラであり、その時代は、レンズとカメラは一体型であった。その後、いわゆるライカ I の C 型（1930 年）と呼ばれるカメラからカメラとレンズが分かれて、マウントのあるカメラが出現した。最初はライカ L39 マウントと呼ばれるねじ込み式マウント（スクリューマウント）であった。その後、バヨネット式のマウント（M マウント）になったが、アダプターを介して互換性を保ってきた。

この L39 というマウントは 1930 年に開発され、1931 年に口径が 37.9 mm フランジバックが 28.8mm に統一されたことでマウント規格として成立し、カメラごとにレンズを調整する必要がなくなった。その後距離計連動のカメラが次々と市場に投入された。これはこのマウント規格が固まったことによる。

非常に古い 1930 年代に規定されたマウント規格ではあるが、今現在でもこの規格のレンズは製造されていることを考えるとカメラ産業に非常に大きな影響を与えていると言える。

なお、この頃の距離計連動式カメラはレンズの繰り出し量の動きをボディ内のコロに伝えて測るものであり、これはレンズとボディの最初の機械式の情報伝達であった。

日本では、市販された高級 35mm のレンジファインダーカメラは 1936 年 2 月に発売されたハンザ・キヤノンが最初である。キヤノンカメラミュージアムによると、マウントは内 3 爪バヨネット式専用マウントを持っており、レンズ着脱も可能だった。1946 年に発売されたキヤノン SII (S2) 型というカメラでは、キヤノンの専用ねじ式マウントを持つ製品の他に、標準ねじ式マウントいわゆるライカスクリューマウントを持つ製品も販売された。

一方ニコンはニコン I 型というカメラがニコンの名前を冠した最初のカメラであり、そのマウントはニコン独自の S マウントというバヨネットマウントであった。

ここで、一般的なスクリューマウントとバヨネットマウントの例を挙げる。



図1 ねじ込み式のスクリーマウント ボディ側にめねじ レンズ側におねじを持つ



図2 バヨネット式のマウント ボディ側に内爪 レンズ側に外爪をもつ

第二節 一眼レフカメラの初期マウント

一眼レフカメラとは、レンズを通した光をミラーとペンタプリズムを通して見ること、実際に撮影されるイメージを光学ファインダー（OVF、Optical View Finder）で確認できるカメラの事である。（図3）

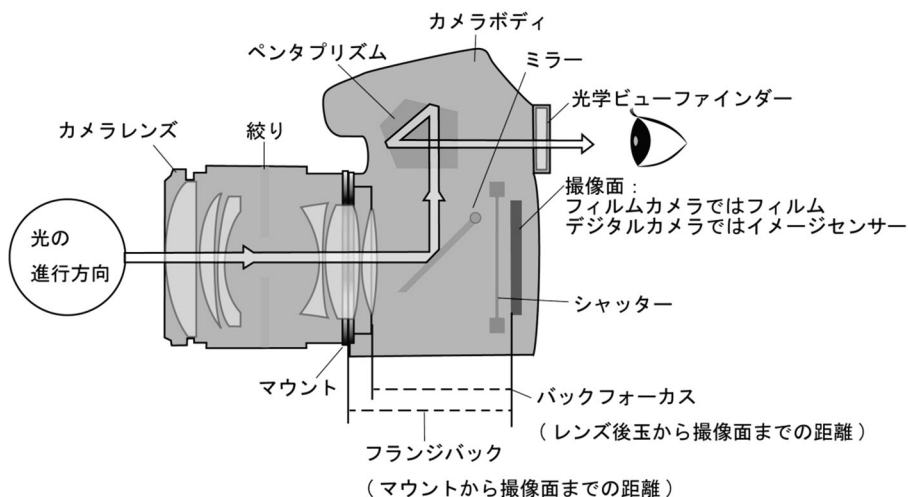


図3 一眼レフカメラの構造と各部名称

一眼レフカメラが多く製造される時代になると、一時は世界の共通規格となったエクサクタマウントやM42マウントが登場する。

エクサクタマウント [Exakta Mount] (エキザクタ、エグザクタとも呼ばれていた) は、ドイツのイハゲー (Ihagee) 社が1936年に発売したキネ・エクサクタシリーズに採用されていたバヨネット式マウントで、口径は38.2mm、フランジバックは44.7mmであった。

キネ・エクサクタは映画用35mm版フィルムを採用した非常に初期の一眼レフカメラのひとつで、現在まで続く一眼レフカメラの原型になったと言われるような製品だった。事実上の統一マウントの一つとして広く普及しており、東京光学機械株式会社 (現トプコン) やマミヤ、カールツァイス等多くのメーカーがエクサクタマウントを採用した。

M42マウントは1948年東ドイツのプラクチフレックス2に初めて採用されたねじ込み式のマウントであり、口径が42mm、フランジバックが45.5mmであった。このマウントは特別な型や工具を必要とせず製造が用意であったこと、また規格がオープンなこともあって全世界に普及した。

一眼レフの技術が確立されていくと、カメラ産業に新規参入のメーカーが多く現れるが、既に世界中に膨大な数のレンズがあったM42マウントを採用するメーカーが多く、事実上の世界統一規格になっていた。日本でも1957年、当時の旭光学工業 (現リコー) の発売したアサヒペンタックスシリーズがこのM42マウントを採用していた。M42のマウントが一眼レフの普及に貢献したともいえる。

一時は世界統一マウントにまでなったM42マウントではあるが、次世代の技術の登場により

淘汰されることとなる。

次の時代はレンズとカメラのコミュニケーションを図る時代への突入である。

カメラマウントというものは、カメラが生まれたばかりの頃はその名前の通りカメラとレンズを物理的に固定するというのみの役割であったが、先程述べたように、距離計連動式カメラはレンズの操出量をボディ内のコロの回転で機械的に測るという意味では最初の試みであるが、一眼レフの時代になると、徐々に技術革新が進み、カメラに求められる機能が増えてくる。カメラとレンズの間にはレンズの繰り出し量のみならず、レンズの開放値、絞りの状態、ボディの露出計で測った明るさなどの情報のやり取りが必要になってきた。

それに伴ってカメラマウントは、カメラとレンズを物理的に固定するのみならず、情報のやり取りのためにインターフェイスとしての機能も強く求められるようになってきたのだ。

大きな変革の第一歩は、自動絞りと自動露出 (Automatic Exposure) の登場である。

撮影の際に、絞り開放で被写体を確認した後、シャッターを切る瞬間、指定の絞りに絞り込まれ、終ると元の開放に戻るメカニズムのことを、自動絞りメカニズムと呼ぶ。そこで生まれたのがキヤノンで言えば R マウント (後の発展形としての FD マウント) で 1959 年キヤノンフレックスで初搭載され、ニコンでは F マウント (1959 年) でニコン F で初搭載され自動絞り機能を備えたマウントである。キヤノンは R マウントでスピゴット式と呼ばれる、レンズをボディに正位置に合わせて締め付けリングで装着する方法を採用した。しかしこの方式ではレンズの装着方法やカメラとレンズ間の情報伝達のための連携に難があった。実際、絞りによってカメラとレンズが触れ合うことも有るなどの課題があった。さらに一歩進んで完全自動絞りへの連動メカニズムがうまく働かず実用上不完全な状態であったために、その後 5 年後には FL マウントと名前を変えて自動絞り機構を改良した。

続いて登場したのが、自動露出 (AE) の技術である。それまでは撮影の際に手で露出をコントロールする必要があり、あるフィルム感度の下でレンズの絞りとシャッタースピードを手動で設定し、フィルム面に当たる光の量を決めていた。

AE は絞りやシャッター速度を決めると、それに応じてシャッター速度や絞りを自動的に制御して、適正露出を測ろうとするものである。

AE 技術はレンズとカメラ間の連動ができていないと機能しないために、既存の物理的にカメラとレンズを接続するためだけのマウントでは実現が難しかった。

キヤノンは、R マウントでは、当時の潮流であったレンズを通した光で測光する TTL 測光対応に難があった。FL マウントに対して、開放 F 値を示すピンを追加して絞り連動させ、開放測光ができるようにしたものが FD マウントと呼ばれるものである。

1971 年のキヤノン F-1 を発売するときに、FD マウントになり、ようやくレンズとボディと

の間で、絞り値をお互いに連携しあえるようになり、情報の伝達が双方向で可能になった。

ここに至って、Rマウント、FLマウントと変遷を繰り返しながらも、自動露出、シャッター優先AE、プログラムAEへの対応可能なFDマウントを誕生させた。しかしこの変遷の歴史の中で、既存のユーザーの持つレンズが使えなくなるという問題があったが、より新しい技術を取り込むことに重きを置いた考え方であった。

一方、ニコンが採用したニコンFマウントはバヨネットマウントであり、ボディとレンズ双方に、正しく回転させると正位置にカチッとハマるメカニズムである。口径44mm、フランジバック46.5mmの所与のマウント規格を維持しながら、ボディやレンズの技術革新が進むごとに機能の追加や改良を行い、1959年の誕生から始まり、2019年現在でもニコンの一眼レフカメラに採用されている息の長いものである。

当初のFマウントはレンズの絞り環に「カニの爪」と呼ばれる小さな金具がついており、これがカメラ本体のピンと連結して、レンズの絞り値がカメラ本体に伝わるメカニズムがあった。その後TTL開放測光が主流になると、レンズの開放の時のF値をも知ることが必要になった。他のメーカーであればこのように新たな技術であるTTL開放測光の導入を契機に、自社のマウントを見直して、規格を変えることが多かったが、ニコンはそうしなかった。

マウントを変更すればレンズを買い換えなければならなくなり、ユーザーの持っているレンズ資産は使えないということになってしまう。

そうしないためにカニの爪のメカニズムを残し、レンズの絞り環を開放まで動かすと、どれだけ動いたかを計測して、開放値を測定できるように工夫をした（半自動開放F値設定メカニズム）。ニコンのこだわりはその後出現した新しいAIタイプのレンズではカニの爪は必要ないにもかかわらずカニの爪をつけていたが、それは古いボディでも新しいAIレンズを使えるようにという配慮であった。更に古いレンズのカニの爪を外してAIレンズ方式に対応するための改造するサービスまで実施した。

これはすべて自社のレンズ、ボディを一貫して使えるようにするユーザーへのサービスであり、根強い固定ファンを作り出していった。

ニコンのFマウントが何故長く生き延びたかについては、マウント開発当初の段階で、ある程度先の技術を予測したロードマップを考えていたことが幸いしたようである。

第三節 電子接点マウントの登場

世界最初の電子接点付きのマウントは、M42マウントを作った東ドイツのブラクチカ社であった。M42マウントはスクリュウマウントであり、レンズの繰り出し量が正確に知ることが

できず、電子接点を用いなければレンズの情報を知ることができないという問題を克服するためであった。しかし、機械的なねじ込み式マウントの限界があり、普及には至らなかった。

本格的なカメラマウントの電子接点追加の流れは、1980年代後半から始まったオートフォーカス（AF）技術を契機とする。

オートフォーカス機能を使うためにはレンズのフォーカシングの現在位置を把握したり、ズーミングやレンズの繰り出し量・レンズの焦点などの距離に関わる情報を得ることができなければならなかった。そのためには、レンズ内とボディ側のCPUとのやり取りを、マウント内の電子接点を介して行う上でも、完全電子化のマウントは必須のものであった。

1985年にミノルタから α -7000という一眼レフカメラが発売された。

α -7000はカメラボディ内にレンズ駆動用の電源やモーターを搭載することで、マニュアルフォーカスレンズと変わらないサイズ感で、オートフォーカスの精度や速度も実用的な初めてのカメラとして、当時の他カメラメーカーやユーザーに衝撃を与え、「 α ショック」という言葉が生まれたほどであった。

それを受けて、2年後の1987年にキヤノンが機械的な連携を完全に廃して、電子接点によって情報や動力をやりとりする完全電子マウントのEFマウント採用機EOS650を発売する。ここでは手動による機械的な制御は完全に廃止されており、電子接点を通じてレンズ内のマイクロモーターの駆動によりレンズの絞り、繰り出し量などはボディ側から制御することになった。

一方、ニコンは1986年にAF搭載機Nikon F501を発売。Fマウントの形をそのままにオートフォーカスを制御するための情報伝達を電気信号で行う電子接点付きのマウントを開発した。

このようにカメラはレンズとボディの連動をメカニカルなものから電気接点・CPUを取り込んだ完全電子化にまで至り、マウントもそれに応じて進化してきた。

キヤノンは最初のマウントの持つ構造的な不完全さから、その後の自動絞り・自動露出などの対応に応じてマウントの改良を加えざるを得なく、最終的な決定版として完全に電子化されたEFマウントでそれを取り入れることに成功した。EFマウントはキヤノンのそれまでのFDマウント用のレンズとの互換性はまったくなく、オートフォーカス技術を契機にそれまでのレンズ資産を一新したことになる。その時出来る技術で最も良いものを作るためには、マウント変更も含め、過去のレンズ、カメラ資産を継承することにこだわらないという、未来志向の考え方である。

ニコンはそれまで一貫して59年間その口径とフランジバックを変えずに様々な工夫を凝らし時代の最先端まで生き延びてきた。ニコンは自社のレンズとカメラの資産をユーザーの立場に立って継承していける事を大切にしてきたと見られる。本来新技術の導入とともに、結果的に制限となりかねないマウント規格を前提にして、その規格内で、工夫を重ねて納めようとする

る技術陣の努力のたまものでもあった。

これを裏付けるように、技術者とのインタビューでは

「マウント変更の要求は以下のタイミングでありました。

- ・シャッター優先、プログラムモードが必要となった時
- ・AF化が必要となった時
- ・デジタル一眼レフに移行する時

何れもその都度お客様の利便性を最優先し、何とか技術で克服し続けて現在に至ります。」

との言を得ている。

第四節 デジタル一眼レフカメラの登場

1990年代になると撮像面にフィルムではなくイメージセンサーを使用したデジタルカメラが市場へ初めて投入された。

特に1995年3月に発売されたカシオ計算機のQV-10というコンパクトデジタルカメラは、カメラボディの背面に世界で初めて液晶パネルを搭載し、撮影画像をその場で確認できる等の利便性が評価され、デジタルカメラ普及の契機になる。

撮影した画像をイメージセンサー上でとらえるこの方式は、フィルムを現像すること無くすぐに撮影画像を見ることができるようになったり、フィルム交換の手間が無くなったり、保存媒体に空きがある限り何度でも取り直すことが出来る等多くのメリットをもたらした。

一方で当時のイメージセンサーは、現在のものに比べるとまだ性能的に十分ではなく、光を受け取る受光面が配線などの影に隠れてしまうために光をまっすぐに撮像面に当てないと上手く光を受け取れない問題点があり、「井戸の底」を覗き見るようにと表現されていた。

これは多方向からの光を受光できるフィルムカメラに比べると明確な弱点であり、フィルムの完全な代替物にはなっていなかった。

しかし、その欠点はイメージセンサーの改良によって、画素数や画質の面でもフィルムを超えるようなものに発展を見てきている。フィルムを使用する一眼レフカメラは、その後急速にデジタル一眼レフカメラに取って代わられることになる。

初期のイメージセンサーは CCD 方式がほとんどであった。ニコンやキヤノンのカメラメーカーも徐々にフィルムカメラからデジタルカメラへと舵をきりはじめる。

1995年7月にキヤノンは、当時のフィルムカメラの最高級モデルEOS-1Nを母体にしてデジタル化したレンズ交換式一眼レフデジタルカメラEOS DCS3を発売。フィルムカメラからデジタルカメラに変わっても、マウントはEFマウントを維持しており、レンズやAF、AE等の機

能はそのまま利用することが出来た。フィルムの代わりに使用される撮像面のイメージセンサーは130万画素のCCDを採用。サイズは16.4×20.5mmのオリジナルサイズだった。

ニコンも1995年9月にNikon E2を発売。富士フィルムとの共同開発で富士フィルムからはDS-505という名前で発売されていた。こちらも使用されているマウントはニコンFマウントを継続している。

イメージセンサーのサイズは2/3インチで130万画素のCCDを採用していた。

2社共に初期のデジタルカメラではCCDイメージセンサーを採用していたが、現在ではCMOSイメージセンサーを採用している。

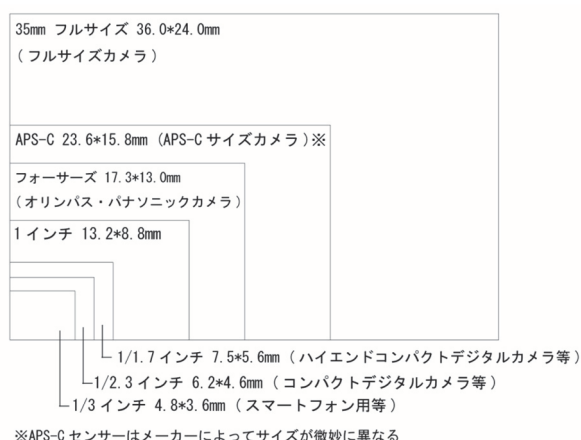
CCDセンサーは照度が高い環境では光がにじむスミアと呼ばれる現象が起こる問題があった。またCCDの読み込みスピードの問題、消費電力の多さやCCDセンサーは製造設備を転用できずCCD専用のものが必要であったためにコスト面でもCMOSに比べて高い物であった。

当初は「CCDは高画質で、CMOSは廉価版だ」と言われていたが、CMOSの性能改良により画質の差は無くなり、CCDを採用する理由も無くなっていった。CMOSは半導体の工場なら、比較的容易に製造できることから供給が潤沢で、かつ安価にできるというメリットがある。

キヤノンは2002年発売のEOS-1Ds以降の全てのデジタル一眼レフカメラでCMOSイメージセンサーに、ニコンは2005年のNikon D2Xで初めてCMOSイメージセンサーを採用し、2010年頃から全てのデジタルカメラでCCDの採用をしなくなった。

次に、2002年にはオリンパスとコダックが提唱したフォーサーズシステムという、デジタル一眼レフ向けのユニバーサルマウントが登場する。

4/3インチのイメージセンサーとそのセンサーに最適化・標準規格化されたマウントによって、メーカーの枠を超えて交換レンズとカメラ本体を自由に組み合わせることができるというものだ。これを提唱したオリンパス、コダックの他に、パナソニックやシグマ、ライカ等のメーカーがフォーサーズシステムに規格賛同し、対応したデジタル一眼レフカメラや交換レンズを発売している。



また、ここに現在ニコン、キヤノン

図4 イメージセンサーサイズ比較

と並ぶ、三大デジタルカメラメーカーで、最後発のソニーが2006年にα100を発売させ、市場に参入してきた。ミノルタがオートフォーカスの特許論争で、敗北して、最終的にソニーがカメラ事業を継承したことから一眼レフ市場に進出、コニカミノルタの培ってきたAFや手振れ補正の技術とソニーのイメージセンサー、画像処理、バッテリー技術を組み合わせて一眼レフデジタルカメラを開発した。

当時のソニーはコンパクト機が中心であったが、デジタル一眼レフ市場への参入は遅れていた。そこで、カメラマウントはコニカミノルタのAマウントを継続して使用することで、コニカミノルタの持つレンズ資産を生かしたまま先行するキヤノン、ニコンを追う形での参入となった。

後発メーカーの利点を生かした形で、当時の最先端技術を取り込みながら、自社のセンサー技術の強みを活かしソニーはシェアを伸ばしていった。

第三章 ミラーレスカメラの時代へ

第一節 ミラーレスの登場と見えてきた課題

デジタルカメラの時代になり、しばらく経つとレンズ交換式のカメラでありながらミラーボックスを排除し、レンズを通して受けた光をイメージセンサーで受光し、電子ビューファインダー（Electric View Finder）や背面モニターに映し出す、ミラーレスカメラが登場した。（図5）

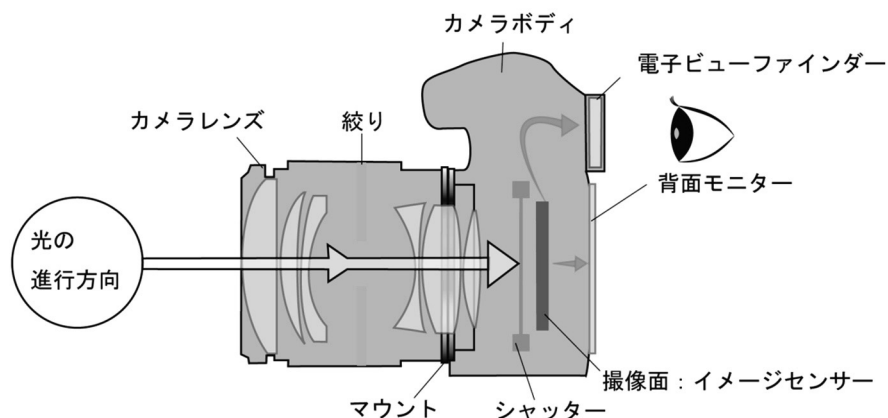


図5 ミラーレスカメラの構造と各部名称

2008年8月には、デジタル一眼レフカメラ用ユニバーサルマウントであったフォーサーズシステムをミラーレスカメラ向けに改良した、マイクロフォーサーズシステムが発表され、同年9月にはパナソニックが世界初のミラーレスカメラのLUMIX DMC-G1を発表した。

マイクロフォーサーズシステムは、フォーサーズシステムのイメージセンサー4/3インチサイズを維持したままミラーレスカメラ向けに最適化し、フランジバックの短縮・マウント外径の縮小・マウント電気接点の増加の変更が加えられた。

フォーサーズシステムはユニバーサルマウントであり、同マウントシステムを採用する他メーカーのカメラ、レンズの資産を生かせるものとして、フォーサーズシステムを使用していたオリンパス、パナソニック以外にも、コシナやカールツァイス、トキナー等々、多くの企業が規格賛同・製品開発をしている。

またコンシューマー向けだけではなく、産業用として、監視カメラ、医療分野、地形測量用、顕微鏡、テレビ会議・セミナー、水中撮影などの多様な応用分野での、プラットフォームとして採用されている。

2010年にはソニーがAPS-Cサイズのイメージセンサーを搭載したαNEX-3を発売。

コニカミノルタから引き継いだデジタル一眼レフ用の A マウントからミラーレス用の E マウントに変更したものの、マウントアダプターを介して A マウントレンズも取付可能であった。

同様に、ニコンは 2011 年に 1 インチセンサー搭載のミラーレス機 Nikon1 J1/V1 でニコン 1 マウントを発表し、キヤノンは 2012 年に APS-C センサー搭載のミラーレス機 EOS M で EF-M マウントを発表した。

ミラーレスカメラが出現した背景には、一眼レフの構造的な問題点として

- ・ミラーボックスの部分だけ、カメラ本体が大きく、重くなる
- ・撮影時にミラーを跳ね上げるために必ずファインダー像がブラックアウトし、ミラーの稼働音が存在し、ミラーショックと呼ばれる振動が生ずる

こうした欠点を根本的になくす方法として、ミラーボックスを必要としないミラーレスのカメラの出現が期待された。

しかしながら、ミラーレスカメラが登場した当初、新しい技術として、すぐにでも市場に受け入れられるとの期待に反し、次のような理由から普及は進まず、一眼レフカメラに依然として優位性があった。

- ① 一眼レフの場合は、撮影時ミラーが跳ね上がる瞬間にだけブラックアウトしていたが、ミラーレスカメラは撮影した画像を処理する間ファインダー像が数秒止まったままになるなど当時の画像処理能力が遅く、ファインダー像がフリーズする時間が長すぎた。
- ② 電子ビューファインダー (EVF) で見る画像が荒く、ミラー越しに見ている映像とは明らかに差があり、光学ファインダー (OVF) に慣れていた人にとっては見ていて違和感があった。
- ③ ファインダー像をミラーの反射光で直接見ていた一眼レフに比べ、イメージセンサーが受けた光を処理して見せるために、ファインダー像にタイムラグが出る。

このような問題点が多く、期待していたほどの市場の評価は得られなかった。そのためかカメラ二大メーカーであるキヤノン、ニコンもミラーレスに本腰を入れるまでには時間がかかった。

第二節 イメージセンサーの改良

他社がミラーレスに二の足を踏んでいる時に、ソニーは 2010 年に新しくミラーレス用に開発した E マウントを搭載した、APS-C センサーサイズのミラーレスデジタルカメラ NEX-3 を発売した。マウントは、口径が 46 mm、フランジバックが 18 mm であり、この E マウントをそのまま引き継ぎ、2013 年には世界で最初のフルサイズミラーレスデジタルカメラ $\alpha 7$ を市場に投入した。

イメージセンサー自体、オンチップのマイクロレンズの積み重ねであり、レンズのような光学デバイスでもある。ソニーは自社のこのイメージセンサーを半導体開発技術の高度化を進めて、 $\alpha 7S$ では、イメージセンサーの画素当たりの集光率を大幅に拡大して感度を飛躍的に高めた。2015年にリリースした $\alpha 7R II$ では初めて裏面照射型 CMOS イメージセンサー（図6）を搭載した。これは受光部の上に有った、配線など制御系の層を、センサーの裏に充てることによって、より高密度なマイクロレンズの配置が可能になり、より高精細、より高感度にすることに成功した。

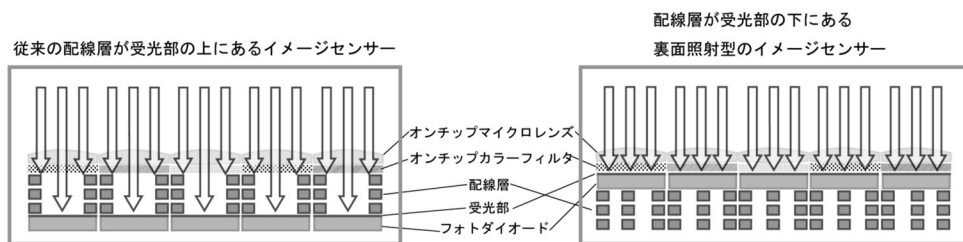


図6 裏面照射型 CMOS イメージセンサーの解説

2017年にはイメージセンサーそのものにメモリーを載せた、積層型 CMOS センサーを開発した。センサーからの情報の読み取りを、より高速にすることによって、大幅な画像処理速度の短縮を実現し、そのセンサーを搭載した $\alpha 9$ を発売した。

この $\alpha 9$ によって、多くのミラーレス機で問題視されていた画像処理時のファインダー像のブラックアウトが事実上なくなるといえるほど大幅に減ることになった。

ここで付け加えるべきは、処理した画像を貯め込むフラッシュメモリーの取り込み速度の向上も見逃せない。

さらにはEVFの画素数が上がり、一眼レフ時代のミラーの画像を見ていたOVFと比べても違和感の少ないものにまで向上したという点も忘れてはならない。

このようにイメージセンサーの絶えざる技術革新と周辺技術が進んだ結果、ミラーレスカメラの諸問題解決に向けて確実なアプローチを提供した。

第三節 ミラーレス用新マウント

ミラーレス時代に向けて、二大メーカーも本腰を入れてミラーレスカメラに参入した。ニコンは2018年にニコン Z6/Z7用に、口径が55mm、フランジバックは16mmのZマウントを採用した。ニコンFマウントの口径が44mm、フランジバックが46.5mmであったことを考える

と、大幅な変更となった。

キヤノンも同年、EOSR 用に口径は 54 mm、フランジバックが 20 mm の RF マウントを採用した。EF マウントの口径が 54mm、フランジバックが 44 mm なので口径は維持したままフランジバックを短縮した。

ともに、一眼レフマウントと比べると大幅な変更となった。

これで、ミラーレスカメラで先行したソニーに加えて、キヤノン、ニコンと主役がそろった。

口径は大きめであり、フランジバックはミラーのない分、短くなっている。レンズの後ろ玉からセンサーまでの距離が短くなるほど、マウント口径が大きいほどレンズの光学設計の自由度が増す。

結果として同じスペックのレンズを作るならより小さく、同じ大きさのレンズを作るならより明るくレンズを設計することができるようになった。特に広角レンズ、標準レンズには顕著に効果が表れるようである。

撮影をしての実感は、培ってきたデジタル一眼レフの成果を注ぎ込んでいる手ごたえを感じることができる。これまでスポーツのような動きの速い被写体では、致命的であった撮影直後のフリーズ感、ブラックアウト感、遅れやずれ感が大幅に減少しており、デジタル一眼レフで撮影していたスポーツ写真家がミラーレスに移る契機になりそうである。

キヤノンはミラーレスになって以来、これまでの EF レンズを利用できるようなマウントアダプターを発売し、これまでのレンズ資産の継承を図ろうとしている。こうしてミラーレスカメラ化による、マウント変更は過去の遺産の継承にも貢献しているのである。

今後各社から、新しいミラーレス用のレンズのラインアップが発表されており、これまでに見られなかったような明るいレンズ、コンパクトなレンズも期待されている。

ミラーの跳ね上げ処理などのメカニカルな部分に優位を持っていた一眼レフカメラだが、ミラーレス化によってその優位性は失われてしまった。

現在はイメージセンサーによる光の受光量や画像処理ソフトウェア、データの処理蓄積速度、電子ビューファインダー等に競争力が移りつつある。

それらの点において、独自のイメージセンサーを自社開発しブラックアウトを事実上無くすことのできたソニーの $\alpha 9$ は、今後のミラーレスの方向性を示す製品として一歩先んじた形となった。遅い段階でデジタル一眼レフに参入したソニーは、キヤノン、ニコンの牙城に食い込み、いまやソニーは、二大カメラメーカーと言われたキヤノン、ニコンと並び三強時代に入った。

このように、ソニー、キヤノンは自社でイメージセンサー、画像エンジンを設計開発及び製造ができるほか、ニコンは半導体露光装置に係る長い間の蓄積も活かして設計開発に注力して

おり、イメージセンサー、画像エンジンの研究開発力は今後の競争力を支える大きな源泉となってきた。

ライカ T マウント (後の L マウント)

一方海外メーカーに目を向けると、ライカは 2014 年に APS-C センサーサイズのみラーレスカメラのライカ T を発売した。これは新しくライカ T マウントのみラーレスカメラを念頭に置かれて開発されたものである。翌年 2015 年には、フルサイズみラーレスカメラ、ライカ SL を発表。この時に先述したライカ T マウントはライカ L マウントと改称された。

日本では単に「L マウント」というと、1930 年に開発された L39 スクリューマウントをさすことも多かったが、この L マウントはそれとは全く別のマウントである。

ライカ L マウントはみラーレスカメラでの使用を前提として開発されたマウントで、この L マウントのカメラにはマウントアダプターを介して L39 マウントから始まるライカのレンズの全てを装着することができる。この意味は、ライカは自社のレンズのすべてを未来にわたって受け継ぐべき資産として考えていることを表明している。ここにおいてレンズ資産の重要性を感じざるを得ない。

L マウントを使用するメーカーはライカにとどまらない。ライカは、レンズメーカーとカメラメーカーが共同で L マウントの使用をすることができる“L マウントアライアンス”を組織した。このアライアンスに加盟することによって、ライカが開発した L マウント規格を使用したレンズやカメラを開発、販売できるというものだ。

キヤノンやニコンのようにそれぞれの会社に特化したマウントではなく、他のメーカーにも対応するという意味でユニバーサルなマウントとして捉えることができる。

L マウント発表の場で、デジタル一眼レフはフィルムがベースの過渡期の産物であるという説明がされた。

この発言をライカがしたというのは象徴的である。ライカは世界で最初に 35mm 距離計連動式カメラを作ったメーカーである。デジタル一眼レフカメラは、フィルムからデジタルに移行する間の一時的なものに過ぎず、必ずしもそれがカメラの最終形ではなく、みラーレスでカメラの原点の形に戻ったとライカとしては解釈しているのだろう。

現在はライカ、パナソニック、シグマの三社でのアライアンス発足となったが、今後 L マウントを採用したいというメーカーが現れればその道は開かれている。

宮崎光学

最後に、ユニークなライカレンズを今でも作り続けている、MS Optics（宮崎光学）の紹介をしたい。

同社の創業者の宮崎貞安氏はこれまで自分一人の設計で、約 13 年間、20 本のライカマウントのレンズを極小ロットながら、世に送り出してきており、プロカメラマンにも、ハイアマチュアにも世界的に知られるようになってきた。

宮崎氏によれば「コンパクトで軽く、抜けの良いレンズ」を目標としている、一例を上げれば、中焦点のライカ ズミルックス M 75mm f1.4 は 560g であるのに対して、宮崎光学製品の SONNETAR 73 mm F 1.5 は 197g と半分以下の重さであり、広角系に至っては、ライカの Elmar M 24mm f 3.8 は 260g で長さ 40.6 mm であるのに対して、宮崎光学製品の Perar 24mm f 4 は 43g と五分の一以下の重さ 長さ 5.2 mm と七分の一以下と超軽量で、超コンパクトである。

レンズのタイプには、郡とよばれるレンズを重ね合わせたものとレンズの総枚数によって様々なものがある。

宮崎光学のポリシーはコンパクトで軽く抜けの良いレンズを目指しており、そのために典型的な 4 郡 6~8 枚のガウスタイプから、3 郡 6~7 枚のゾナータイプへ、そしてゾナーをさらに発展させた 4 郡 5 枚のレンズ構成を作り出した。

広角レンズではレトロフォーカスタイプのレンズ構成もあるが、とても重たく大きくなりやすいため、その構成を避けて、多少明るさを犠牲にしてもシンプルな 3 郡 3 枚のトリプレットタイプでコンパクトさを追求した。また枚数を少なくすることで、重量を減らすのみならず、光の透過率の高い抜けの良いレンズを作ることが出来る。

この考え方の背景には、最近のレンズが諸収差を減らし明るくするためにレンズ枚数を増やし重ね合わせ、大変重たく大きなものになっていることがあり、それに対する逆の発想である。

それは、高齢者にも常時持ち運べる軽いレンズを提供すること、一枚一枚心を込めて写真を撮すという原点回帰を提唱しているように思える。

終章 結論と今後の展望

カメラマウントは、古くはライカ、エクサクタ、M42 マウントなど広範囲に規格として広まった。新規参入するカメラメーカーにとってはレンズも作らなければならないというのは非常に大きな参入障壁ではあるが、上記に挙げたようなユニバーサル・マウントはその高い壁を下げてくれた。

デジタル時代に入っても、フォーサーズマウント、L マウントはレンズ資産を共有することで同様な効果を持つものである。

特にミラーレスになると、ミラーボックスがないためフランジバックが大幅に短くなることで、この新しい各社のマウントは、これまで世界で作られてきたレンズ資産の継承と共有が行われやすくなった。

新しいマウントの出現で、今後従来のレンズ資産に加え、これまで実現できなかったような明るいレンズなど、画期的なレンズが出現するものと期待される。このように、カメラ産業の発展にマウント規格が非常に大きな影響を与えていることがよく理解できる。

そして本来どれだけ多くの優秀なレンズ資産を持ち利用できるかということが、カメラメーカーにとっては、基本的な競争力を形成する大事な要素である。優秀なレンズを利用できる範囲が広がることは、ますます大事な競争力の向上につながるのである。その意味でもマウントの役割は今後ともより一層大事になってくるだろう。

一眼レフカメラで、ミラーボックスのメカニズムを極めてゆくことは、多くのメカニカルな技術の蓄積が必要であり、容易に参入できるものではなく、参入障壁となり競争優位性の一つであった。しかし、ミラーレスカメラになると、メカニカルなミラーボックスがなくなり、イメージセンサーと画像処理エンジンに、競争力の源泉が移っていく。イメージセンサーはより高密度でありながら、明るさを維持できるセンサーの開発と画像転送技術の改良が課題である。画像処理エンジンはイメージセンサーで取り込んだ膨大な情報を画像として組み立てるうえで、常に最新の処理技術で能力を高め続けなければならない。例えばオートフォーカス一つとっても、被写体へのフォーカスの更なる追随化を進めると同時に、人間の瞳のみならず、動物の瞳に追随するために、AI の技術が採用されるなど、今後も高度な AI などの技術進歩が必須となる。

特に競争力の源泉が、イメージセンサー、画像処理エンジンに移ったことで、これらにかかわる技術開発力の強いメーカーが、カメラ市場で高いシェアを占めるようになった。

今後の方向としては、デジタル一眼レフカメラは、徐々にそのシェアを落としてゆく可能性が高く、軸足がミラーレスにシフトしてゆくことは確かであるが、ハイアマチュア、プロカメ

ラマンらの根強い需要に支え続けられるのではないだろうか。

また周辺装置の発展も、カメラ産業の発展に影響を与える。イメージセンサーの処理すべき量が飛躍的に増大する中で、高速で大量に処理したデータをフラッシュメモリに瞬時に受け渡さなければならず、高速かつ、大量のデータを保存する役割はますます大事になる。2019年4月現在、SDカードの高規格SD UHF-IIが最低保証書き込み速度は秒速312MB 容量128GBであるのに対し、多層化技術で高密度になり、高速化の流れを進め、CFFirst 2.0 Extreme Proカード2.0は書き込み最高450MB 容量512GBにまで拡張されると言われている。また4K、8K画像を、秒速128コマで撮影しないと、最近の大画面のテレビではその欠点が見えてしまうため、さらに高速な規格が必要とされている。このように周辺の映像機器の精細化、巨大化の影響も見逃せないものがある。

ここまでの分析を通じて、カメラ産業はこれからも、プロから幅広い年齢層の消費者の需要に対応すべく、絶えざる技術の革新を進めていくものであるが、この技術の発展は、マウント規格によってその基礎を固めることができていることが明らかになった。

参考文献 参考サイト

酒井修一 (1997) 『ライカとその時代—M3 までの軌跡』、朝日新聞社。

北崎二郎・山澤健治・北沢事務所 (1996) 『Only Zeiss II — Carl Zeiss T* Lens』、京セラ株式会社 光学機器事業本部。

小森都支雄・小山伸也・島田和也・豊田堅二・中村文夫・西山卓美・牧野和人 (2003) 『最新レンズアダプター攻略ガイド』、学習研究社。

渡辺広明(2012)「デジタルカメラ市場の確立過程とその展開」、経済科学研究所『紀要』第42号 p107-131、日本大学経済学部。

伊藤宗彦(2004)「デジタルカメラ産業におけるモジュール化の研究—デジタルカメラの製品競争力はいかに構築されるのか—」、"Discussion Paper Series No.J61"

神戸大学経済経営研究所。立野公男(2005)「デジタルカメラとカメラ付き携帯電話の動向」、『科学技術動向』2005年7月号 p19-27、科学技術・学術政策研究所。

中道一心(2013)「デジタルカメラ大競争」同文館出版、2013年

株式会社 ニコン (2018) 『ニコン 100 年史 I』、株式会社 ニコン

株式会社 ニコン (2018) 『ニコン 100 年史 II』、株式会社 ニコン

Canon Inc./Canon Marketing Japan Inc. 「キヤノン：レンズ交換式カメラ交換レンズ」

<<https://canon.jp/>> 2019年4月1日アクセス

Canon Inc. 「キヤノンカメラミュージアム」 <<https://global.canon/ja/c-museum/>> 2019年4月1日アクセス

2019 Nikon Corporation / Nikon Imaging Japan Inc. 「製品情報|ニコンイメージング」

<<https://www.nikon-image.com/products/>> 2019年4月1日アクセス

2019 Leica Camera AG 「Leica Camera AG」 <<http://jp.leica-camera.com/>> 2019年4月1日アクセス

2018 Leica Camera AG 「Lマウント Q&A」 <<https://l-mount.com/ja/Q-A>> 2019年4月1日アクセス

鈴木誠 / デジカメ Watch 「ライカ SL、その名の由来は？ キーパーソンに現地インタビュー」

<<https://dc.watch.impress.co.jp/docs/news/728735.html>>2019年4月1日アクセス

鈴木誠 / デジカメ Watch 「【フォトキナ】インタビュー：「Lマウントアライアンス」の経緯と今後」 <<https://dc.watch.impress.co.jp/docs/news/1145736.html>>2019年4月1日アクセス

2019 Sony Corporation, Sony Marketing Inc. 「商品一覧|デジタル一眼カメラ α (アルファ)|ソニー」

<<https://www.sony.jp/ichigan/lineup/>> 2019年4月1日アクセス

2019 Sony Semiconductor Solutions Corporation 「CMOS イメージセンサー」 <https://www.sony-semicon.co.jp/products_ja/IS/cmos_tech/index.html> 2019年4月1日アクセス

2019 Olympus Corporation. 「Benefits of Four Thirds フォーサーズのベネフィット」

<<https://www.four-thirds.org/jp/fourthirds/index.html>> 2019年4月1日アクセス

2019 Olympus Corporation. 「Benefits of Micro Four Thirds マイクロフォーサーズのベネフィット」 <<https://www.four-thirds.org/jp/microft/index.html>> 2019年4月1日アクセス

豊田堅二 / デジカメ Watch 「レンズマウント物語」

<<https://dc.watch.impress.co.jp/docs/review/lensmount/index2012.html>> 2019年4月1日アクセス

ASTRODESIGN, Inc. 「製品情報|アストロデザイン株式会社」

<<https://www.astrodesign.co.jp/category/products>> 2019年4月1日アクセス