

《研究ノート》「総合光学機器」メーカーの分析 その1 株式会社タムロン

溝田 誠吾

はじめに

光学機器メーカーの株式会社タムロン、シグマ、三共光学工業、これら3社はカメラのコアデバイスである光学レンズ(=交換レンズ)を製作する光学機器メーカーである。

今回は、タムロン「交換レンズの製造工程」の工場現場を青森県に立地する3工場〈浪岡工場(球面レンズ研磨中心と非球面ガラスレンズの製造)→大鱈工場(プラスチック部品の成形工程)→弘前工場(交換レンズ最終組み立て工程組、金属部品加工)〉を調査した。そこで明らかになったことは、青森3工場の編成、位置づけは、後発の「中国の仏山工場」(第1～3工場:1998～2007年)と「ベトナム工場(ハノイ)」(2012年)の「マザー工場」である。

タムロンの交換レンズの生産編成=この交換レンズには、Made in Japan, China または Vietnam とそれぞれのレンズを組み立て、完成させ、出荷している国の名である、いわゆる生産地を示している。

タムロンの中国・仏山工場=レンズの研磨・加工からプラスチック成形や塗装、レンズ枠にある銘板などの印刷、金属部品の加工、レンズ組み立てをして完成品を梱包、そして出荷までを工場の中でほぼ一貫生産をしている。ほぼ一貫生産の内容は、仏山タムロン工場では製作していない部品がある。

- ・電子部品(AFやVCのユニットや電子基板)
- ・プラスチック成形用の金型(さいたま市本社工場)
- ・非球面レンズ(GM)やナノ構造のeBANDコーティングを施した特殊レンズ(青森・浪岡工場から供給)

※注目点 一貫生産体制、部品の内作(=内製)化、外部購入機械類の改良、生産方式=「多仕様(多品種)少量生産体制」

1) タムロンの技術力

一つは社史に記載された、世界初・業界初のついた新製品・新技術の二つは非球面レンズ—特にガラスモールド製法は秘中の秘。設備も特殊で製造も極めて困難。第三はとくに取り上げた光学レンズを実現するためのレンズ「元原器」・「原器」の製造技術や、XGM、遠赤外線レ

レンズの製造技術。

2) タムロンとシグマと三共光学工業の比較分析（付表 1、2、3 を参照）

・ 3 社の成長戦略

① タムロン

自社ブランド「タムロン」を持つ交換レンズ製造の部品専門企業。このタムロンは「総合光学機器メーカー」を目指し、ユーザー産業・企業界で「産業の眼」を標榜。

② シグマ

自社ブランド「シグマ」を持ち、最近ではエンドユーザー向けの完成品「カメラ（セット）」、交換レンズ部品専門メーカー。

③ 三共光学工業

「ノン・ブランド」、大手ユーザー向け OEM 生産中心。交換レンズ部品専門メーカー。

今日、タムロンをして、総合光学機器企業と呼ばしめるまでに成長した歴史＝発展史の分析は、今後の調査で明らかにしていきたい。

3) タムロンの企業の歴史と全体構造

同社は 1950（昭和 25）年 11 月に、埼玉県浦和市「泰成光学機器製作所」として写真機・双眼鏡レンズの加工を主要業務として事業をスタートした。最初のレンズとして、57（昭和 32）年、「一眼レフカメラ用交換レンズ 135 mm F4.5」を完成。同時に「世界初の一眼レフカメラ用マウント交換方式 T マウント」を開発、58（昭和 33）年には、「タムロンブランド」を商標登録した。

さらに、業界初となる「一眼レフカメラ用普及型望遠ズーム 95-205 mm F6.3」を量産し、ズーム普及の口火を切った。1966（昭和 41）年は「レンズ原器」、「超精密レンズ」、「プリズム」、さらに同年、マウント交換方式「タムロン・アダプトマチック」（各種一眼レフカメラにオート絞りで使用できる）レンズ群の開発に成功。加えて、ITV 用・放送用テレビレンズの生産を開始した。69（昭和 44）年には青森県に弘前工場を建設し、同年一眼レフ用交換レンズ・テレビ用レンズ・電子複写機用レンズの生産を開始した。70（昭和 45）年、社名を「株式会社タムロン」に変更し、76（昭和 46）年には、「タムロンアダプツール・シレンズ群」（小型軽量マクロ機構を装備し、独自のクイックフォーカス方式を採用）の販売を開始した。79（昭和 54）年米国現地法人「タムロン・インダストリーズ Inc.」（現「タムロン USA, Inc.」）を設立、同時に「スーパードパフォーマンス」（SP）シリーズを開発した。

1982（昭和57）年には、西ドイツの現地法人の「タムロン・ヘアトリーブス G.m.b.h.」を設立。香港現地法人「タムロン・ホンコン Ltd」設立した。1983（昭和58）年には、一体型ビデオカメラレンズを開発し、84（昭和59）年には「株式会社オプテック・タムロン」（青森県浪岡町）設立し、同社は「店頭取引銘柄」となり資本金は38億3,557万5千円に増資された。85（昭和60）年には、精密成形用金型工場として「株式会社ファイン技研」を設立。同年、青森県大鰐町に成形工場を建設。95年に英国に現地法人「タムロン U.K.Ltd.」を設立。同年、中判カメラの老舗「プロニカ株式会社」の株式取得し、新たに中判カメラ事業に進出。同年、11月弘前工場が「ISO9001」の認定工場になる。97年には、香港に「タムロン工業香港有限公司」を設立。同年7月、中国広東省仏山市に「タムロン光学有限公司」を設立。98（平成10）年、「プロニカ株式会社」を吸収合併。

2000（平成12）年6月に仏国の現地法人「TAMRON FRANCE EURL」を設立。同年以降、本社部門（同年9月）がISO9001の認証取得。2001（平成13）年、仏山工場が「ISO9001」及び「ISO14001」の認証取得。03（平成15）年、浪岡・大鰐両工場が「ISO14001」の認証取得をした。さらに、04（平成16）年に「ISO9001」の認証取得。また、05（平成17）年に本社を同市の見沼区蓮池に移転、同年10月に中国・上海市に「騰龍光学（上海）有限公司」を設立した。さらに、06（平成18）年に東京証券取引所「市場第1部」に上場された。07（平成19）年に仏山工場・第3期工場が稼動した。

2012（平成24）年ロシア現地法人「TAMRON（Russia）LLC」、ベトナム現地法人「TAMRON OPTICAL（Vietnam）Co、Ltd.」を設立。13（平成25）年にインド現地法人「TAMRON INDIA Private Limited」を設立。15（平成27）年「株式会社宏友興産」を吸収合併した。

以上がタムロンの略史であるが、企業発展史の時期区分は後の調査を待たなければならない。以下、タムロンの企業構造を概観する。

タムロンは、1950（昭和25）年に浦和市に「泰成光学製作所」として創業し、58（昭和33）年「タムロン」（今日のタムロンの光学技術の基礎を築かれた田村右兵衛氏の姓をとってタムロンと命名された）が商標登録され、70（昭和45）年には、社名も「株式会社タムロン」に改称された。タムロンは、84年8月に店頭上場、2006年11月東京証券取引所市場第1部上場され、同社は2016年12月現在、従業員数（2016年）は単独1,069名、連結4,728名である。

タムロンの財務指標を事業（＝セグメント）別にみると、2016（平成28）年12月現在、総売上高599.02億円、それをセグメント別に見ると写真関連——468.05億円（78%）、営業利益40.34億円（営業利益率：8.6%）、レンズ関連——23.58億円（4%）、営業利益0.75億円（3.2%）、特機関連——107.39億円（18%）、営業利益7.33億円（6.8%）となり、セグメント別（2012～16年までの5年間）特徴では、写真関連は469.20億円（100%）→468.05億円（99.8%）と横

ばい、レンズ関連 82.75 億円 (100%) →23.58 億円 (28.5%) へと 70%が減少し、特機関連 91.57 億円 (100%) →107.39 億円 (117.3%) と微増となっている。売上高 599.02 億円のうち圧倒的部分の 79%が海外であり、一眼レフ用交換レンズでは世界的な評価を得、小型デジカメ用の交換レンズの OEM も受託し、さらに監視カメラ用を強化している。

世界の生産販売体制＝東京本社・本社金型工場（国内外で使用する精密金型の企画・設計・製造）の金型と青森の国内生産大拠点の大鰐工場のプラスチック成形部品を使って→浪岡工場（球面レンズ研磨、非球面ガラスレンズの製造）を→金属部品加工の最終工程のレンズ組み立ての弘前工場で各種のレンズを完成する。海外の生産拠点は、中国仏山市のタムロン工場（3工場、従業員数 3,000 人、平均年齢 26.3 歳、性別＝女性 70%、男性 30%）では、レンズ研磨加工からプラスチック成形や塗装、レンズ枠や金属部品の加工、レンズの最終組み立て、そして完成品の梱包・出荷まで、ほぼ一貫生産、2013（平成 25）年に設立のベトナム・ハノイのタムロン工場がある。これらの海外工場と国内工場の位置関係は、青森の 3 工場は、新製品の生産体制の指導などを受け持つ「マザー工場」としての位置と一部の部品——電子部品（AF や VC のユニットや電子基板）やプラスチック成形のための金型は埼玉、うらわ市本社工場から供給され、さらに「非球面ガラスレンズ (GM)」やナノ構造の eBAND コーティングを施した特殊なレンズなどは浪岡工場から供給されている。タムロンの海外販売体制は、78%販売実績を支えるために北米＝米国（ニューヨーク）、欧州＝（西ドイツ、英国、フランス）、ロシア、アジア＝香港、上海、ベトナム、インドの 8 カ国に販売営業拠点を構えている。

4) タムロンの「時代の波」の把握と「大いなる決断」の方向性とは

21 世紀に入り、カメラ産業に大きな変化の波が襲来し、急速なデジタル化によって自動化・電子化が加速し、より精度の高い性能が要求されるようになってきた。それは、カメラボディに限った話ではない。円筒形をしたレンズは、一見それほど変わっていないように見える。しかし、その内部はかつてとは別物とっていいくらい電子化され、複雑なメカニズムが組み込まれている。こうした時代の波はタムロンに大きな決断を迫るものでもあった。

それまでと変わらず、革新的な高倍率ズームを世におくりだしていくためには、タムロン自身が大きく変わる必要があった。2005 年、高性能な手ブレ補正機構とオートフォーカスのためのアクチュエーター（モーターなどの駆動装置）の内製化を目指し、要素技術開発を進めるための新組織、「基礎開発本部」が発足することになった。「変わらないために、変わり続ける」——これは、よりコンパクトに、より高画質に、タムロンならではの独創的なレンズを作り続けるための決断であった。こうしたタムロンの決断こそ、21 世紀の成長の方向性——「産業の眼」になる同社の戦略が透けてみえるのである。（タムロンのホームページから引用）

1. 交換レンズの生産工程の俯瞰

1) デジタルカメラ製造業の規模構成

これまでの機械は、国際的に、また伝統的に一般機械、電気機械、輸送用機械、精密機械の4つに分類されていた。この4つの分類のうち一般機械が社会通念では、単に機械（狭義）といわれてきた（川上清市、『機械業界の動向とカラクリがよ〜くわかる本』第2版、秀和システム、2017年3月10日）。

また、総務省の『日本標準産業分類』では機械を7つに分類している。実は、この分類2007年11月のみなおし以前は、一般機械器具製造業、電気機械器具製造業、情報通信機械器具製造業、電子部品、デバイス製造業、輸送用機械器具製造業、精密機械器具製造業の6つに分類されている。

このうち一般機械器具製造業が見直しによって、汎用機械器具、生産用機械器具、業務用機械器具製造業といふ3つの分類に、より細分化された。

ただし、この分類による統計が反映されているのは経産省の『工業統計表』に限られている。同省の『機械統計年報』では、土木建設機械、化学機械、製紙機械、プラスチック機械、運搬機械および産業用ロボット、金属工作機械、包装機械などでまとめられている。

精密機械とは、歴史的には時計、カメラ、オルゴールなど複雑な機械装置全般を指して精密機器ということが一般的であった。しかし、電子工学技術の発展とともに高度化された精密な電子機器、例えば、画像診断装置など医療用機器や電子計測器なども精密機器と呼ばれている。

総務省の日本標準産業分類では、2007（平成19）年11月の改定まで、中分類として精密機械器具製造という項目が存在していた。この項目での統計は、いまでも『国民経済計算年報』（内閣府）などで使用している。

改定後は、中分類の業務用機械器具製造業に変更され、経済産業省の『工業統計表』では「業務用機械器具製造業」として事業所などの統計を扱っている。この項目に含まれているのは複写機、娯楽用機械、自動販売機、精密測定器、理化学機器、分析機器、医療用機器、顕微鏡、望遠鏡、写真機・映画用機械などである。

精密機器を広義にとれば、中分類で生産用機械器具製造に含まれる半導体製造装置、電気機械器具製造業に含まれる医療用電子応用装置や医療用計測器、情報通信機械器具製造業に含まれるビデオ機器やデジタルカメラなどもその対象に含まれる。

「精密機器」は、中分類の各項目に広がって存在するともいえ、それだけでは明確に定義することは難しい機械装置であるかもしれない。一般的に精密機器は事務機械類、計測機器類、

医療用機器類、光学機器類の4業種に分けて把握することができる。

精密機器関連大手企業として、キヤノン、富士フイルムホールディングス、リコー、セイコーエプソン、オリンパス、ニコン、コニカミノルタホールディングスの7社が挙げられる。これらの企業は、デジタルカメラなど光学機器類を中心に、比率の多少はあるが、それぞれ4業種を手掛けている企業がほとんどである。

精密機器業に関係する業界団体は20を超え、業界の複雑・多様性を示している。精密機械を代表するデジタルカメラの製造品出荷額は4,000円に迫る規模になっている。機械業界の複雑さを物語る典型例として、関連団体は50を数えている（社団法人日本機械工業連合会の団体会員の内訳）。

2007年11月の改定で、精密機械器具業から変更された「業務用機械器具製造業」の統計である。『平成26年工業統計表』（経済産業省）によると、14年業務用機械器具製造業の事業所数は6,997、従業者数21万0092人、製造品出荷額等7兆0741億円である。

精密機器は、明確な定義することは難しく、対象となる機器も多様化している。

《デジタルカメラ製造業》

従業者4人以上の事業所（153）の規模別内訳は、

4～9人：51社、10～19人：34社、20～29人：17社、30～49人：11社、50～99人：22社、100～199人：8社、200～299人：2社、300～499人：4社、500～999人：1社、1,000人以上：3社となっている。多くの製造業と同様に、部品加工の中小企業群が多いといえる。

一眼レフ用レンズができるまで（Camera Lens Manufacturing）

タムロンの一眼レフ用ズームレンズは、約250個もの部品を使用している。

研磨や成形からコーティングを経てレンズを仕上げる「レンズ加工」、プラスチック材料を金型で射出する「成形」、アルミダイカストを削り出す「金属加工」の3工程で部品を製造します。

組立工程では、サブ工程で手ブレ補正機構、AF用ドライブ機構、絞り機構などをユニット化し、メイン工程で各ユニットとレンズ群がひとつの鏡筒（枠）に組み込まれる。各工程で各種の検査を繰り返し、調整を行ない、組立を完了します。

2) 交換レンズの製造

新しい交換レンズが生まれるまでには、長い日数をかけて多くの人たちと、たくさん部門を経ていく。大別すれば、「企画」→「設計」→「検査」→「製造」の4つの大きな部門がある。

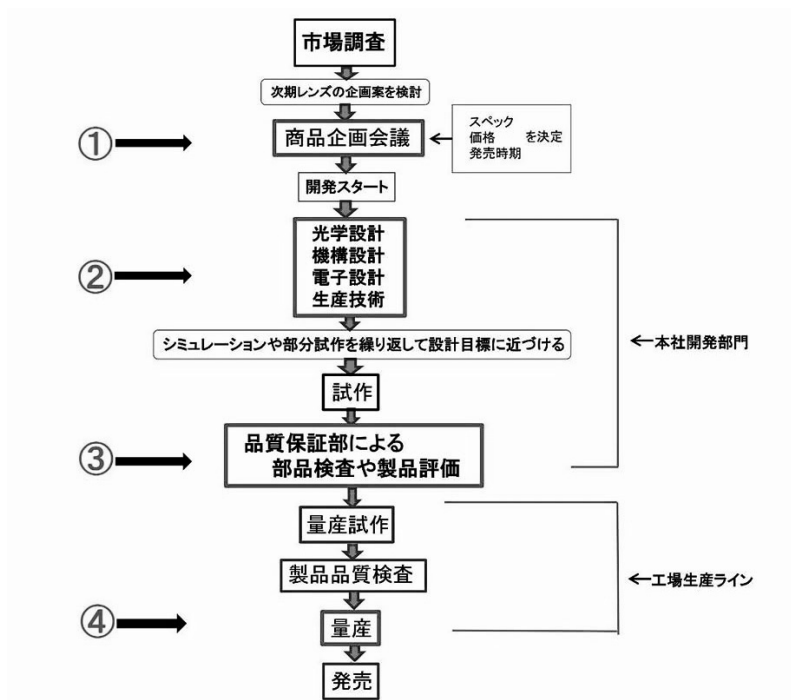
タムロンの交換レンズも、必ずこのルートを通して製品として完成する。

「交換レンズの製造過程」——「どんな交換レンズ」をユーザーに提供するか？レンズ作りの開始は市場調査から始まる。

ユーザーがいま望んでいる交換レンズは、どんなスペックのレンズを作ればユーザーに受け入れていただけるのか。そうした情報をベースにして、レンズの機能、性能、価格発売時期などを考慮しながら複数の「次期レンズ案」が考え出される。

そして、役員も含めたタムロンおもだった責任者が集まった「商品企画会議」が始まる。そこに「次期レンズ案」が提出される。スペック、性能、価格、生産効率などについて、再度、慎重に議論を重ねてようやく「レンズ製品化」が決定し、正式に開発スタートとなる。ここでレンズ全体のスペック、販売価格などのレンズ概要がほぼ決定する。

まず、以下の掲載のチャート図を見てほしい。(以下はタムロンのホームページから引用)



(出典： <http://www.tamron.co.jp/monozukuri/blog01/page04.html>)

この図は交換レンズが生まれるまでの、ごく大まかなルートを示したものである。今回、このチャート図に沿って、企画から製品になるまでの「タムロンのレンズ作り」の順序を俯瞰的に説明していこう。

新しいレンズを製品化するにあたって、企画段階では「5つの相反する条件」のバランスを最適にとらなければならない。このバランスをとることは、レンズの新製品企画でもっとも重要なポイントでもある。この検証をおろそかにすると、ユーザーに「響く製品」にはなりにくい。

ユーザーターゲット、コスト（生産コスト、販売価格）、描写性能、機能、大きさ、重さ。

製品のユーザーターゲットは初心者向けなのか、ベテラン、プロ向けなのかを決める。それによって、性能も機能も価格も違ってくる。描写性能を最優先するなら、価格は高くなるし、大きく重いレンズになることは覚悟しなければならない。性能（写りの良さ）と機能（AF や VC 《手ブレ補正》）を盛り込みながらリーズナブルな価格のレンズとなると、高性能で高価格なレンズとは違った意味で難易度は高くなる。設計側にも生産者側（工場）にも負担がかかる。しかし、設計者や工場ががんばって少しでも低価格になるような製品にすれば、ユーザーに喜んでもらえることは間違いない。

新レンズを企画して製品化決定までには、5つの条件のバランスをとるのが難しいと言われている。それがチャート図に示した部門の仕事である。

製品が決定すると、レンズ設計が、開発部ではじまる。それがチャート図の②に示した部門である。

レンズ設計を行う開発部には、大きく分けて4つの設計部がある。ここでは商品企画部で決まった「レンズ」の目標値を睨みながらレンズの設計をおこなう。

「光学設計」とは、数百種類あるといわれている光学ガラスをいかに効率よく選び、配置し、組み合わせた設計図面を作る。理想的な描写性能のレンズを作り上げてゆくかの根幹となるころである。光学設計と同時に、

「機構設計」は配置された光学ガラスを固定したり、可動レンズ群がスムーズに動くように鏡筒（鏡枠・レンズ枠）設計したり、AF や VC などの機構部の設計をしたりする。

次の「電子設計」の仕事とは、AF（オートフォーカス）や VC（手ブレ補正）やカメラボディとの情報のやりとりなど電気通信関係を一括して管理する部門である。

次の「生産技術」（検査、調整機器の設計も行う）は、さらに、こうして設計されたレンズ枠や部品類が実際に工場で想定通りに製造、組み立てられるよう製造工程を設計するのだが、レンズ組み立てでとても重要な部署でもある。

昔のレンズ設計は、光学設計を終えたら鏡筒／機構設計、そして生産場（工場）へと一方的に垂直方向に流れていった。たが、今はそんな古風な設計スタイルでは高画素デジタルカメラに適応し優れたレンズは生み出せない。

光学設計が始まると同時に、平行して鏡筒や機構部品、電子部品などの設計、生産技術も始

まり渾然一体としてレンズ設計が進行する。それぞれの担当者がお互いに、譲歩したり、一歩も引かなかつたりしながら完成に向かっていくことになる。垂直型設計から水平型設計のスタイルになっている。

設計が進み、ほぼ全体の方向性も決まってくれば、必要に応じて製品が始まる。このあたりから品質保証部が本格的に活躍する。「品質」の良し悪しを決定するキーとなる部門で、それがチャート図の③にあたる。

じつは品質保証部の仕事は製品の設計がスタートした時から始まっているといってもいい。たとえば小さな部品ひとつにしても、それがタムロンの品質に合格しているかどうか徹底的に検査していく。もちろん、協力工場から納品されるパーツ類もチェック対象になっているし、使用されているどんな小さな材料でも、それが環境に影響を及ぼさないかどうかの化学的検査も徹底的におこなう。

試作レンズができあがると品質保証部がありとあらゆる面から検査する。性能のチェックもちろん、耐久性、操作性、動作の様子などを実写テストしながら徹底的にチェックする。当初の設計値、設計目標に達しているかどうかの評価も徹底的におこなう。そうして「合格」となれば、つぎに工場で実際に組み立てラインでの「量産試作」がおこなわれる。できあがった量産試作レンズについては、工場内の品質保証部が別々に再検査をする。問題なしとなって漸く製品の「量産」がはじまる。チャート図の④にあたるころだ。

交換レンズの「重要部品」は、いうまでもなく光学ガラス群である。しかし、交換レンズは光学ガラスレンズだけでできあがっているわけではない。光学レンズを固定する鏡筒のほか、AFや手ブレ補正（VC）などの電子部品などさまざまな部品もある。

3) タムロンの技術力

① ガラスモールド非球面製法

非球面レンズ作りは、とくにガラスモールド非球面の製法はどこのメーカーもそうであるが、秘中の秘となっている。設備も特殊な上に製造の難易度も極めて高いノウハウもいっぱいある。超精密な金型作りはもちろん、プレスする時の温度や圧力、プレスした後の離形時の温度、時間などなどに秘密のノウハウがぎっしり詰まっている。ナノ構造のレンズコーティング、eBANDの処理、精密金型の製作手法とともに、タムロンの門外不出の技術といってもいいだろう。

非球面レンズは今後、更に進化していくことは間違いない。描写性能を飛躍的に向上させる「キーデバイス」でもある。その非球面レンズ作りには当初から高い技術力をタムロンは持っている、将来が愉しみでもある。

青森の浪岡工場ではベテランの“レンズ職人”が研磨レンズの完成基準となる「原器」を一つ一つ時間と手間をかけて作っている。そうしてできあがった原器が仏山タムロン工場に送られている。ガラスモールド非球面も原器も、マザー工場である青森工場の職人たちしかできないことも多い。

②複合非球面レンズの製造工程

この装置で、樹脂（プラスチック材）を非球面形状に仕上げた後、それをガラスレンズに貼り合わせて複合非球面レンズに完成させる。接着面にゴミやほこりが入り込まないように作業場はクリーンルームになっている。クリーンルーム内に入室するときは全員、防塵服（帽子も靴も）が、義務づけられている。勿論、見学するために入室した私たちも完全な防塵服姿である。室温は常時、一定に保たれている。（仏山のタムロン工場で）

以上が、タムロンの独自技術である。

③光学用レンズ製作工程

材料調達——普通のガラスの100倍から4,000倍も高価な光学用ガラスと結晶材を専門メーカーからレンズの完成品に近い形にプレスされたものまたは結晶から切り出したものを調達する。種類は約150種。

荒摺（粗ら摺）・成形——材料の表面を球面に、精度よく仕上げると同時に厚さを10ミクロンの精度に仕上げる。この工程では、パイプの先にダイヤモンドの細かい粉を沢山埋めこんだ工具を使用する。

研削——荒摺・整形工程の精度をさらに高くするため、ダイヤモンドペレット（細かいダイヤモンドと真鍮の粉を混ぜて固めたもの）で中間仕上げをする。

研磨——曇りガラス状に仕上がったレンズを透明にする工程。ポリ皿とレンズを研磨剤を用いて摺り合わせながら磨き以下の精度（参考値）に仕上げる。

- ・球面精度（ニュートンリング1本相当）

- ・真球度（アス・クセ）0.03ミクロン。

表面粗度（Rz2.0mm）

最も精度が要求される工程で、資材の選定・治工具の製作・研磨機械動作の設定などに高い技術、技能が必要となる。

洗浄——超音波洗浄機により、保護膜や油分を取り去り、念入りの洗浄をして次工程に送る。

検査——キズや磨き残し、汚れをチェックする。

芯取り——レンズの外周を光軸に合わせて仕上げる。この工程はレンズをカメラにつけた時の結像性能に大きく影響するので、特に高い精度が要求される。コーター

レンズの表面を保護し、光の透過率を高めるためドル化マグネシウム 0.1 ミクロン位の極めて薄い膜を蒸着する。この作業は、月の真空度より 10 倍も高い真空ケースのなかで行なわれる。今では、膜を数層～10 数層も積層するマルチコートが主流となっている。

接合——色収差の除去、表面反射による光量損失及びフレアー、ゴーストの防止のため、レンズを貼合わせることもある。接着には合成樹脂を使用する。互いの光軸を合わせるキーポイントになる。

組み立て——完成したレンズを鏡筒（金枠）にはめ込み、結像性能を検査して出荷する。以上。（三共光学工業の会社案内、「レンズ加工工程」、2015.07 を参照）

上のチャート図にあるように、レンズの研磨は表面の粗（あかさ）をだんだんと滑らかにしていく作業で、おもに 3 段階がある。研磨の段階を踏みながら、だんだんと指定の曲げ率に仕上げていくことになる。

第一段階の荒摺では約 4～10 ミクロンの表面の粗さだが、第二段階では約 0.2 ミクロンまで磨き込まれる。1 ミクロンは、0.001 mm である。さらに第三段階の仕上げの「研磨」では、レンズ表面凹凸は約 0.002～0.0015 ミクロンぐらいになり、透明な写真レンズとなる（仏山タムロン）。

4) 光学ガラス材から写真レンズの仕上げ

光学ガラスレンズに仕上げ、交換レンズ組み立て工程に渡すまでの「作業」としては、主に 4 つの工程がある。

- ① 光学レンズの研磨と非球面レンズの製造。
- ② レンズ部品の製造（貼り合わせや部分組み付け）。
- ③ 最終組み立て（枠に嵌め込む、部組）
- ④ 検査と調整、清掃

1 本の交換レンズには多くの光学ガラスレンズ（硝子材）が組み合わせられてできあがっている。他にもあれこれの部品が必要ではあるが、なんといっても光学レンズこそが最も重要な「基幹部品」である。第 2 回で述べたように「結像性能」も「感応性能」も、光学レンズの組み合わせ、レンズの仕上げの善し悪しでほぼ決まってしまう。

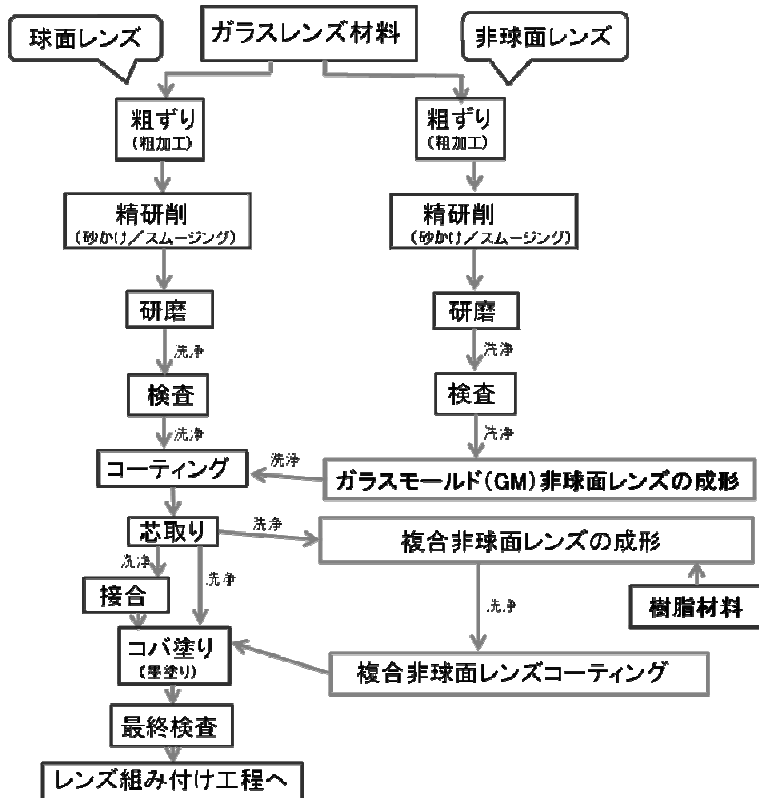
まず、光学設計の担当者が製品の企画決定を受けて設計に取りかかる。

現在約 200 種類以上であるといわれている光学ガラスレンズの中から、光の屈折率、分散特性、透過率、厚み、大きさなど、さまざまな光学的要素を見極めながら最適な光学レンズを選び出し、組み合わせる。

具体的には、収差補正、解像力、コントラスト、ボケ味、フレア／ゴースト、レンズの大きさや重さ、コスト、作りやすさなどを考えながらレンズ設計を決めていくことになる。

そして、できあがった設計図の指示に従って、工場では光学ガラスを研磨したり、非球面レンズを作ったりして、一枚の精密な光学レンズに仕上げる。この作業を「レンズ加工」と呼んでいる。

まず、下のチャート図を見ていただきたい。



(出典： <http://www.tamron.co.jp/monozukuri/blog01/page06.html>)

このチャート図は、光学ガラスを加工して完成レンズに仕上げるまでの工程を示している。

「レンズ加工には、大きく2つのルートがある。1つは光学ガラス材の表面を半円状に研磨して「球面レンズ」をつくるルートと、もう1つは光学ガラス材を高温高压でプレス加工して「非球面レンズ」を作るルートである。」

非球面レンズには、ガラスレンズを材料にする非球面レンズ（ガラスモールド非球面）、プラスチックとガラスレンズを使う非球面レンズ（複合非球面）、この2つがある。交換レンズに

使用される複合非球面レンズは球面レンズにプラス非球面を貼り付けて仕上げるのが一般的である。

ガラスモールドの非球面レンズは、非球面形状に仕上げた精密金型を使って粗摺り／精研削／研磨工程にてある程度の形状まで追い込んだガラス素材を高熱高圧でプレスして作る。

なお、球面、非球面レンズの材料となる光学ガラス材はタムロンでは作っていない。多くのカメラ／レンズメーカーもそうではあるが、光学ガラスレンズ製造の専門メーカーから、ほぼレンズの形に切り分けられた部品として購入している。

タムロンでは、レンズ加工をおもに青森の浪岡工場と中国、仏山のタムロン工場などでおこなっている。ただし、ガラス材の非球面レンズ（ガラスモールド＝GM）は青森の浪岡工場だけしか製造していない。複合非球面レンズは仏山・タムロンでも製造している。

「複合非球面レンズの製造工程。この装置で、樹脂（プラスチック材）を非球面形状に仕上げた後から、それをガラスレンズに貼りあわせて複合非球面レンズに完成させる。接着面にゴミや埃が入らないように作業場はクリーンルームになっている。クリーンルーム内に入室するときは全員、防塵服（帽子も靴も）が義務づけられる。もちろん、見学するために入室した人も完全な防塵服姿である。室温は常時一定に保たれている」（仏山・タムロン工場）。

「粗摺を終えて、次の研磨工程である『精研削』工程。精研削は専用の研磨機械を使って『半自動』で行われる。昔のレンズ研磨や研削のように、研磨剤が、飛び散ったり、つきっきりで作業をしたりすることもない。数台の研磨機を調整してレンズをセットすれば、あとは設定した精度のレンズ面に仕上がる。」（仏山・タムロン工場）。

「『精研磨』を済ませたレンズは、ここの研磨工程で透明なレンズ面に仕上げられる。この研磨機械も調整さえ済ませておけばあとはレンズ材料をセットするだけで所定の精度に自動的に研磨される。研磨の自動化は、仕上がりの品質の安定につながる。

研磨を終えると、すぐに洗浄工程に移る」（仏山・タムロン工場）。

2. タムロンの技術力

高精度な光学レンズを実現するためには、レンズ原器の製作の技術力が不可欠である。ここではタムロンのレンズ原器、大口径のXGM、遠赤外線レンズ製作への拘わりの技術とプライドを見ていく。以下、1)、2)、3)は、タムロンのホームページから借用した。

1) 光学レンズ原器の製作

高精度な原器が、高品質な光学レンズも実現する——レンズ原器とは、字義通り、あらゆる

光学レンズに不可欠な、基準となる原点である。それと同時に、総合光学機器メーカーとしてのタムロンの原点でもある。およそ半世紀前の1966（S41）年、本社工場で原器の生産を開始した。86年、本社から移管され、浪岡工場で生産されるようになった。超高精度原器の生産は、現在でも自動研磨機では不可能であり、熟練を要するオスカー式研磨機を用いた伝統的な技法によって行なわれている。浪岡工場で大切に使われ、日々動き続けているオスカー式研磨機は、本社工場から移管されたものであり、クラフマン・シップの継承を物語るものでもある。凹凸で一組となる元原器を重ね合わせると、ニュートンリングと呼ばれる干渉縞（？）が生じる。本数が少なく周辺まで癖のない直線の美しいニュートンリングは、世界でも数少ない高精度の原器製造技術を持つタムロンの自信とプライドの証である。

継承されるタムロン原器——原器には元原器と工場原器がある。実際に作業のために用いられる工場原器は、傷ついたり破損したりする可能性があるため、基準となる元原器は大切に保管されている。

浪岡工場の一角には、1 Rから4,000 Rまで2,000組に及ぶタムロン原器と元原器が保管された部屋がある。この圧倒的な種類は先輩から脈脈と引き継がれ、蓄積されることによって生まれるものであり、汗と涙のクラフマン・シップの結晶であり、宝物のように大切に扱われている。

多様な要望に応え、原器を量産——オスカー式研磨機は、ガラス素材と研磨皿をこすり合わせる機械である。研磨皿の形が、そのまま原器のRに反映するので、状態を読み調整する。目と指先による繊細な判断が要求される。現在、浪岡工場で原器製作に携わるのは9人である。あらゆるオーダーと厳しい納期にも対応することかできる精鋭達である。製品の精度に直結する原器の精度は、一切の妥協が許されない。多くの企業の光学設計者からさまざまな種類の依頼に応じて、この工場から高精度の原器が生まれていくのである。

全ての原器で高精度を保証——原器の種類は、R（アール曲線）で表現される。曲線とは球面をしたレンズの面形状の曲がり具合であり、数値が小さくなるほど面のカーブ強く、逆に数値が大きくなるほど面のカーブは緩くなり平面に近づいていく。原器の製作とは、研磨皿を調整し、必要とされるRにレンズを「入れ込んでいく」ことである。レンズの精度が低いと、中が出っばっていたり、端が落ちていたり、でこぼこになってしまう。勿論、このでこぼこよるアス、クセは肉眼で見ることができない僅かなものなので、ニュートンリングによってアス、クセを読みつつ、研磨していく。出来上がった原器の精度は、最終的な測定で使われる干渉計の光源の波長（ラムダ）で表現される。タムロン出は、すべての原器でラムダ/10という高い精度を保証している。

脈々と受け継がれるタムロンの技術力——原器を完成させるレベルの技術を習得するには

十年単位の歳月を要する。マンツーマン指導によって、目と指先で精度をよむ、微妙な感覚を身体化していく。原器製作に不可欠なもの、それは忍耐と根気だという。いつか必ず技術を習得できることを信じ、日々研鑽を重ねることの先に、ようやく高精度を体得する世界が開ける。原器製作に携わる熟練工は、ニュートンリングを読むことで、タムロン保証と呼ばれるラムダ/10の高い精度を出す技術を持っている。

不可能を可能にする信念——これまでの技術を超えた厳しい要求に応えることで、技術のレベルが上がっていく。1 R以下のカーブがとても困難な小径原器は、オスカー式研磨機が使えないので、すべて手作業で製作していくことになる。現在のところ、0.6Rまで作った実績を持つ熟練工がいる。また、基準としているラムダ/10を超えるラムダ/15の精度を出せる熟練工が複数名いる。1 R以下やラムダ/15の世界は、肉眼と指だけでは到達できない。次元の違った領域である。不可能を可能にする信念の先に、干渉計で計測して始めてわかる水準の精度が実現される。

技術力への自信とプライドを凝縮——破損や怪我の防止のために、鋭利な角を削る加工を、面取りという。タムロンの原器には、必要最小限の面取りが施されている。面取りの幅が広ければ広いほど、周辺部分それに隠れる。必要最小限の面取りは、加工の難しい周辺部分も、きちんと高い精度が出ている証でもある。実用的には問題のないレベルの傷も入らないように、細心の注意を払って仕上げられたタムロンのレンズ原器の美しさには、自信とプライドが凝縮されている。

2) 大口径 XGM の製品化

大口径 XGM が、高性能レンズの具現化——非球面レンズは、技術者にとっても、ユーザーにとっても、夢を叶えてくれるデバイスである。歪曲収差や球面収差などを抑制し、解像性能を高めてくれるだけでなく、コンパクト化にも大きな効果がある。研削での製造はコストがかかり、大量生産には不向きであったが、熱で柔らかくしたガラスを精密金型でプレスするガラスモールド方式によって、大量生産が可能になった。これまで難しかった、ガラスモールドによる 55 ミリを超える大口径の生産を可能にした画期的な技術が、タムロンの XGM (Expanded Glass Molded Aspherical : 大口径ガラスモールド両面非球面) である。明るい開放 F 値という夢を実現する大口径、高い解像性能という夢を実現する非球球面レンズ。この 2 つの夢が出会い、より身近でコンパクトな高性能レンズに結実するためのイノベーション、それが XGM なのである。

XGM に秘められた、タムロンの独自のノウハウ——モールドとは、成形という意味で 600°C から 700°C の高温に加熱したガラスを、金型でプレス加工し、500°C 近くまで除冷する。レンズ

の口径が大きい XGM では、通常のプロセスの数倍時間がかかるので、安定した製造が難しくなってくる。理論上のシュミレーションだけでなく、トライ&エラーの積み重ねによって導き出されたガラスモールド製造プロセスには、タムロン独自のノウハウが詰まっている。

理想のレンズ実現に向け、繰り返された試行錯誤——既成の成形機を使っているのは、これまでであるレンズしか作れない。自分たちが目指す夢のレンズ、理想のレンズを実現するために、成形機をカスタマイズするのは必然だ。

成形機を制御するためのプログラム、その両方をコントロールしているからこそ、さまざまな問題に柔軟に対応し、時には成形機自体を改造しつつ、より完璧な製品の製造へと近づいていくことができる。(自社製作の機械、購入した機械を改良・改善)

設計、生産技術、製造のチームワーク——どのような革新的な技術でも、量産できなければ、より多くのユーザーの手元に届くことはない。自分たちが作らなければ、けっして存在しなかったレンズを、マスに届くプロダクトとして具現化する。そこにタムロンのプライドがある。とりわけ XGM のような新技術を導入するときには設計、生産技術、製造が一丸となって、必要であれば設計を見直すことも厭わず、高いクオリティと安定した製造の両立を目指してきた。

高い精度が求められる XGM のコーティング——レンズ仕上げとなると、反射防止や表面保護のためのコーティングのプロセスでは汚れ、傷、ゴミが大敵である。特殊な XGM レンズでは、問題が生じた場合、コーティングを剥がして、再研磨、再コーティングをすることはできない。各プロセスで細心の注意を払い、未熟な防止することが重要になる。静電気の除去、熟練を要するコーティング前の目視での検査など、現場の固い結束力が、安定した製造を保証する。

完成度を高め続ける独自技術——デジタルカメラが高画素化し続けている現在、レンズにも従来の常識を超えた性能が求められている。タムロンは、世界で初めて、大口径F/2.8 超広角ズームレンズ 15-30mm (A012) に独自開発の手ブレ補正機構 (VC) を搭載、超広角レンズにも手ぶれ補正機構が有効であることを実証した。レンズが大型化しないよう、XGM レンズを駆使しつつ、専用設計の VC ユニットで小型化していくのはズームと VC、両方の技術を練り上げてきたタムロンならではの合わせ技である。

さらなる理想のレンズへの可能性——タムロンの XGM は、ガラスモールドによる 35 ミリを超える大口径の生産を可能にした最先端の技術である。このような画期的な技術が実現することによって、設計は可能でも製品化できなかったレンズを量産できるようになった。その証が、大口径超広角ズームレンズ 15-30mm (A012) であった。夢を具現化することによって、加工技術飛躍的に進歩し、さらなる理想のレンズへの可能性が開かれていく。

3) 遠赤外線レンズ製作

a) 遠赤外線レンズで、新たな世界を切り開く

「産業の眼を創造していくことで、経済・社会・環境に貢献する」を CSR 方針にさだめるタムロン。「産業の眼」は、一般的なカメラの枠組みや、人間の眼で見る領域にとどまるものではない。セキュリティの領域でも積極的に製品を展開し、リードしてきたタムロンは、すでに近赤外線レンズで、眼に見えない領域での実績をもっている。そこから、さらに、遠赤外線レンズに「産業の眼」を広げていくのは、必然的な選択であった。そして、参入するからには、タムロンでなければできないことを実現しなければ意味がない。これまでのさまざまな製品で培ったノウハウを惜しみなく投入し、レンズと同等のクオリティと使い勝手の良さを追求していくことになる。タムロンにとって遠赤外線とは、けっして特殊な領域ではなく、最新技術と独自技術によって切り開く未来の一つなのである。

b) 遠赤外線カメラが捕らえる映像

光を電磁波としてとらえると、380 から 780 ナノメートルの波長帯が、人間の眼が感じる可視光の領域となる。遠赤外線カメラが扱う領域は 8 から 14 ミクロン (8,000 から 14,000 ナノメートル) で、温度との相関性が高い。つまり、物体が発している熱を検知して、温度差を映像かするものが、遠赤外線カメラの役割となる。具体的には、暗闇の中での侵入監視、火災の煙利の中での人体検知など、人間の眼では見えないような状況が、遠赤外線が活躍する場面である。

c) 高品質と効率性の両立

一般的に透過ガラスは遠赤外線を通さないので遠赤外線レンズにはてきさない。遠赤外線波長の透過率が高いゲルマニウムが理想であるが、高価で価格変動が大きく、加えて加工も難しい。そこで、金属物質を合成し「カルコゲナイド」という代替物質を活用する必要が生じた。ゲルマニウムと違って成形加工ができる「カルコゲナイド」は、タムロンが培ってきた加工技術を最大限に生かせる素材であった。設計、生産技術、製造が連携し需要に応じた素材の組み合わせ探り、バランスよく製品化していくことが重要である。

d) 妥協を許さない遠赤外線レンズの検査工

遠赤外線レンズは、透過ガラスではないので「自社で開発。改造した機器を用いた特殊な検査が必要になってくる。また、可視レンズのような微調整ができないので、遠赤外線レンズの MTF (解像度を数値化した指標) を造り出す解像処理技術を使いソフトにチューニングする独自の方法で品質を高めている。一般的に遠赤外線レンズは、必ずし

も高画質・高画素を追求する分野ではないが、特殊な検査やチューニングには、そこに妥協せず可視レンズと同等のクオリティと使い勝手も追求していくタムロンの姿勢が現れている。

- e) タムロンの技術力が注ぎ込まれた遠赤外線レンズ広角側で感知したら、ズームして、望遠側で認識する。ズームレンズなら一台で効率的な監視ができる。タムロンでは可視レンズで培ってきた独自のズーム技術を活かし、画期的な遠赤外線ズームのレンズ構成を実現した。遠赤外線レンズはその材料特性上、環境の温度変化に影響されやすい。このため、ズーミングとフォーカシングのコントロールが極めて困難であった。これは遠赤外線市場で単焦点レンズが主流になっている要因の1つであった。そこでタムロンは温度影響を内蔵回路にする自動補正するアクティブ・アサーマル機構などによって、この問題を解決し、遠赤外線ズームを生産・高精度なズーミングとフォーカシングで可視化レンズに匹敵するような使い勝手を実現していく。

- f) 未来に貢献する技術力

遠赤外線レンズとしては、世界初の光学防振機構を搭載するなど、遠赤外線用ズームレンズには、タムロンならではのさまざまなノウハウが投入されている。主流となっている仕様のスクリューマントを採用した。さらに、一般的なレンズ制御の通信方式に対応させることによって汎用性を高めている。特殊だと思われていた領域を、最新技術と独自技術によって、より身近なものにし、未来に貢献する。タムロンにとって遠赤外線レンズとは、そうしたビジョンにチャレンジする場でもあるのだ。

4) タムロンの独自技術 (付表1のタムロンの略史を参照)

一眼レフカメラ用交換レンズ 135mmF4.5 完成 (1957年)。一眼レフカメラ用マウント交換方式Tマウント開発 (57年・世界初)。

一眼レフカメラ用普及型望遠ズーム 95-205mmF6.3 を量産 (59年・業界発、ズーム普及の口火を切る)。

レンズ原器、超精密レンズ、プリズムの生産開始。各種一眼レフカメラにオート絞りで使用できるマウント交換方式「タムロン・アダプトマチック」レンズ群の開発成功・ITV・放送用テレビレンズ等を生産開始 (66年)。

一眼レフカメラ用交換レンズ・テレビ用レンズ・電子複写機用レンズ等の生産開始 (69年)。

小型軽量マクロ機構を装備し、独自のクイックフォーカス方式を採用した「タムロンアダプトールレンズ群」を販売開始 (76年)。

「スーパー・パフォーマンス」(SP) シリーズを開発 (79年) 。

一体型ビデオカメラレンズを開発（83年）。

タムロン独自の革新的な技術

①レンズ原器＝今日のタムロンの総合光学機器メーカーとしての成長の原点があらゆる光学レンズに不可欠な基準となる「原器」であった。超高精度原器の生産は、現在でも自動研磨機では不可能であり、熟練を要するオスカー式研磨機を用いた伝統的な技法によって行われている。浪岡工場で大切に使われ、日々動きを続けているオスカー式研磨機は、本社工場から移設されたものであり、クラフツマン・シップの継承を物語るものでもある。凹凸で一組となる元原器を重ね合わせると、ニュートンリングと呼ばれる干渉が生ずる。原器のできあがり次第で量産されるレンズの精度が決まってしまうことである。そうした原器は、自社のぶんだけでなく他社からの注文を受けて作ることも多い。あまり知られていない原器作りとしてタムロンは名の知られたメーカーであった。

②大口径 XGM＝世界に先駆けて、大口径超広角ズームレンズ 15-30mm（A012）の製品化し、量産化を可能にした。また、このレンズの製品化によって加工技術の飛躍的な進歩を達成。

③遠赤外線レンズ＝セキュリティの領域でも積極的に製品を展開し、リードしてきたタムロンは、すでに近赤外線対応レンズで、目に見えない領域での実績をもっている。

物体が発する熱を検知して、温度差を映像化するのが、遠赤外線カメラの役割となる。そこからさらに遠赤外線レンズに参入し、「産業の眼」を広げていくのは、必然的な選択だった。タムロンにとって遠赤外線レンズとは、けっして特殊な領域ではなく、最新技術と独自技術によって切り開く未来の一つなのである。遠赤外線波長の透過率が高いゲルマニウムが理想的であるが、高価かつ価格変動が大きく、加工も難しい。そこでタムロンは金属物質を合成した「カルコゲナイド」という成形加工が比較的容易な代替素材も活用し、同社の培ってきた加工技術を最大限に生かせるで素材であった。

3. 海外製造工場の発展——中国・仏山タムロン工場と青森の製造工場との関係——

レンズを製造する工場がやるべきことは、ごく簡単にいうなら、設計された図面や数値をもとに正確に「カタチ（製品）」に作り上げることだ。レンズを磨き、レンズの部品を作り、それらを正確に組み立てる。容易なようだが大変に難しい。大きな責任もある。少し大袈裟な言い方になるが、タムロン交換レンズの「品質」は、結局は工場のもの作りの「ウデ（生産技術力）次第」だといえなくもない。

どれほど優れた設計をしても、工場側のほうが設計者の期待値に応えられなければ、つまり、

設計図面どおりに作れなかったり、正確に組み立てられなかったりすれば製品として成り立たない。しかし、設計目標値に見合うもの作りをすることは工場としての最低条件であるが、設計図面を受け取ったからといってすぐに製品が作れるわけではない。

工場で生産スタートする前に、何度も試作が繰り返され、品質保証部による検査を受けながら、生産技術部と工場側が話し合い生産設備を整え、効率的で安定した品質が確保できるレンズ作りの方法を見極めて、ようやく工場で生産が始まる。

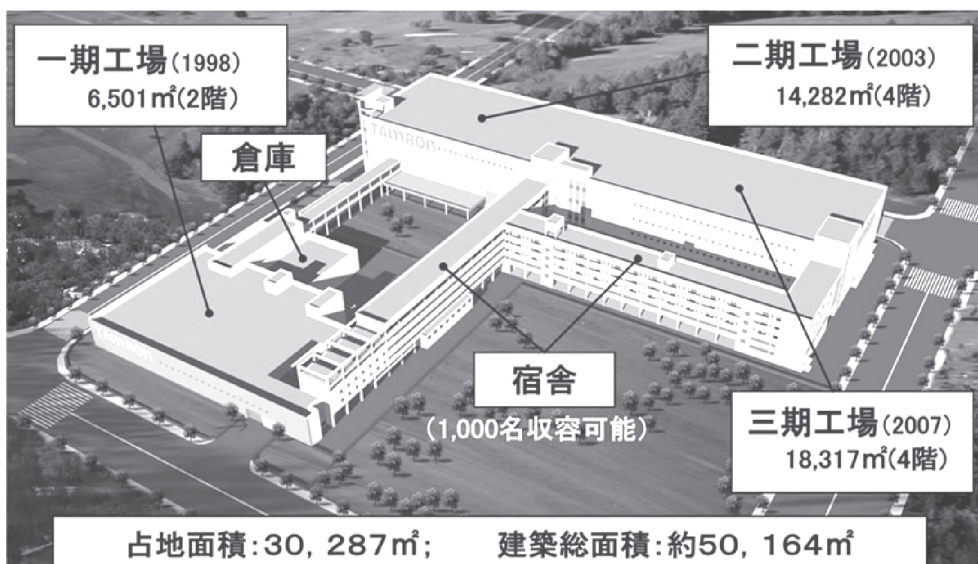
というわけで、新しい生産設備や生産改善策を積極的に取り入れ入れている中国の仏山タムロンレンズ工場でレンズつくりの現場を見学させてもらい、タムロンのもの作り、品質、技術力を見てみようと思う。

1) タムロンの仏山工場建設

第1期工場（1998年）→ 第2期工場（2003年）→ 第3期工場（2007年）。

タムロン中国工場の正式名称は「騰龍光学（仏山）有限公司」という。工場設立は1997年で翌98年から操業をはじめ、ほぼ20年。従業員数は3,000名で平均年齢は26.3歳で操業は多くの部門で24時間体制である。離職率はその他の企業と比較して低い。

中国・仏山工場の俯瞰イラスト図



(出典 : <http://www.tamron.co.jp/monozukuri/blog01/page06.html>)

2) タムロンの工場配置

現在、タムロンの工場は国内外あわせて6カ所ある。埼玉県のさいたま市の本社には、金型製造の工場があり、これが1つ。青森県には弘前工場（金属部品加工、レンズ組み立て）、浪岡工場（球面レンズ研磨、非球面ガラスレンズの製造）、大鰐工場（プラスチック成形品の製造）の3つがある。そして、海外には中国・仏山工場と2013年設立のベトナム・ハノイ市にベトナム工場の2つがある。

中国・仏山のタムロン工場では、レンズの研磨加工から、プラスチック成形や塗装、レンズ枠にある銘板などの印刷、金属部品の加工、レンズ組み立てをして完成品の梱包、そして出荷までを一つの工場の中で、ほぼ一貫生産を行っている。

ただ、一部の部品については仏山タムロンで作っていないものもある。電子部品（AFやVCユニットや電子基板）もそうだが、プラスチック成形を行なうための金型は、埼玉の本社工場から、非球面ガラスレンズ（MG）やナノ構造のeBANDコーティングを施した特殊レンズなどは青森・浪岡工場から供給を受けている。レンズの梱包材や化粧箱などは仏山市周辺の協力工場で作られているものもある。

タムロンは、交換レンズだけを作っているメーカーではない。もちろん、事業全体からみれば、カメラ用交換レンズの製造比率は大きいですが、その他のメーカーからの交換レンズのOEM生産（相手先ブランドによる委託生産）もある。そのほかコンパクトデジタルカメラやビデオカメラ用のレンズユニットの生産もおこなっている。さらに、独自設計による監視カメラ用レンズや車載カメラ用レンズ製造するなど、総合光学機器メーカーでもある。

交換レンズ以外の先進的な光学機器を開発、設計、製造することで、そこで得られた新しい技術やもの作りのノウハウが、今後の新しい交換レンズの設計や製造に応用され活用されることもある。

現在、仏山タムロン工場で生産している交換レンズは、8種類ほどである。なかには「青森県の浪岡工場でレンズ作りをして弘前工場でレンズ組み立てを一定期間続けた後に、その組み立てラインをほぼそのまま仏山タムロン工場に移して生産しているレンズもある。例えば、SP24-70mmF/2.8DiVC USD (Model A 007) や「28-300F/3.5-6.3 Di VC PZD (Model A 010) などがそうだ」。

タムロンは、青森3工場を「マザー工場」として位置づけている。レンズ作りの長い歴史もあるし、レンズ製造や生産ラインについて優れた技術と知識を身に付けたベテランも多い。

このように、青森の「マザー工場」から仏山タムロン工場へは新製品の立ち上げの時5～6名、短期の出張に来るくらいで、量産が軌道に乗れば帰国する。

仏山のタムロン工場の製造ラインを管理する日本人は多いときで2～3名が長期出張に来て

いるという状況である。

まず、青森の「マザー工場」で生産を始めてみてもしそこで不具合などが見つければ、修正したり改善したりする。安定した生産体制が整ってから仏山タムロン工場に生産ラインを移管するというシステムをしばらく続けてきたが、しかし、だんだんと仏山タムロン工場の生産技術も向上してきた。そのうち、青森マザー工場と肩を並べるまでに成長してきた。その成果として、最新型の「SP85 mm-1.8DiVC USD (Model F016)」や「SP150-6600mmF/5-6・3DiVC USD (Model A011)」・「150-600 mm F/5-6.3 DiVC USD (Model A022)」は、青森のマザー工場を経ずに、いきなり仏山タムロン工場で量産が始められるようになった。そこまで実力があると認められたわけである。

いまの仏山タムロン工場は青森のマザー工場の長年の指導に基づき、ほぼ自力で自立しつつあり、ベトナムのタムロン工場の「マザー工場」になるまでに成長してきている。

Made in Tamron とは

タムロンは交換レンズを日本の青森の弘前工場では、浪岡や大鰐の両工場で作られたレンズや部品、ユニットを組み立てて、完成品にして出荷している、これが「Made in Japan」＝「日本製」である。

「Made in China (中国製)」の刻印のあるレンズは、中国広東省の仏山市にあるタムロン工場で製造、出荷された製品である。こちらの工場は一カ所で、レンズ研磨、プラスチック成型加工、AF (オートフォーカス) / VC (手ブレ補正) のユニット作り、そして交換レンズの最終組み立てまで一貫生産を行なっている。

また、「Made in Vietnam (ベトナム製)」は、ベトナム北部の首都ハノイのタムロン工場で製造されたものである。しかし、「Made in China (中国製)」というだけで、ひと括りに一段低く見下してしまうが、それには大きな誤解がある。しかしながら、タムロンの交換レンズに限っては、どこの国、どの場所が製造地であっても品質や性能が劣っていることは決してない。このことは、タムロンがいつも心がけていることでもある。

企画も設計もすべてさいたま市の本社でおこない、製品の品質管理の「総元締め」でもある。品質も性能も、どこで生産しても同じにする。それが、「タムロンのやり方 (Tamron's Way)」であると、タムロンの多くの人たちから何度も聞いた。

「タムロンの製造するすべてのレンズは、どこで作っても同じ品質の製品だという意味で、「Made in Tamron」＝「タムロン製」という心を込めています。

(仏山・タムロン工場の調査については、田中希美男氏『実態調査レポート (第1回から第10回)』(出典：<http://www.tamron.co.jp/monozukuri/blog01/>) を参照させてもらった。)

仏山タムロン工場の従業員の管理（表 I を参照する）

- ①工場の生産ラインを管理する数十人の中国人管理職のほとんどが、「日本語でコミュニケーションがとれること」。
- ②日本のタムロン社員とダイレクトに話ができるメリットは、いくつもある。例えば、青森の工場の技術者や本社の設計者たちと、通訳を介さずにテレビ会議をおこなって情報共有できる。ほんの些細な問題も、なおざりにせず連絡を蜜に取り合って解決にあたること。
- ③日本人の技術者が仏山のタムロン工場にやってくるのは、「新製品の立上げ時に5～6名、短期間の出張に来るくらいで、量産が軌道に乗ればサッサと帰国してしまう。これは青森の工場と本社の関係とまったく同じで、中国の工場だからと「特別扱い」されない。
- ④仏山タムロン工場の製造ラインを管理するに日本人は、多いときで2～3名が長期出張しているという状況。工場で働く人たちのほとんどが現地の中国人である。それほど仏山のタムロン工場は「自立」してきているともいえる。
- ⑤工場従業員は、約3,000人で、平均年齢は26.3歳と若く、男女比率は3：7である。

わたしが、注目したのは現地の工場を管理するトップである董事長が張勝海（チャン・シェンハイ）さんという中国人、総経理も張凱（チャン・カイ）さんも中国人、また、張勝海は本社の取締役であり、海外生産担当である。わたしは、中国工場で日本人の董事長が幅を利かせるのはあまり感心しない。本当の「現地化」は、トップの人事からだろう。（タムロンの『ホームページ』上の田中希美男氏レポートに依拠している。出典：前出）

表 I 中国仏山タムロン工場の従業員の管理

項目 氏名	年齢	出身地	学歴	職制	勤続 年数	担当工程
1 伍 冬梅 (ウイ・トンム)	31 歳	...	...	研磨機械のセッティング調整	14 年	レンズ研磨工程 組立
2 顔 嬌 (ヤン・ジャオ)	19 歳	広東省韶關市	...	...	6ヶ月	レンズ研磨工程
3 孔 惠珍 (コン・フウイチエン)	23 歳	...	...	組立ラインの班長	6年	変換レンズ組立工程
4 謝 士英 (シェ・トウイン)	23 歳	...	...	VS 作動検査	6年	レンズ組立工程で検査工程
5 黄 冬華 (ファン・トンファ)	35 歳	...	...	レンズ芯取り担当	11 年	レンズ芯取り工程
6 梁 偉業 (リョウ・ウェイエ)	31 歳	...	専門技術学院卒業	金属切削施工を行う NC 旋盤工程の管理	8 年	金属加工担当
7 区 曉文 (オウ・シェウエン)	28 歳	...	機械専門の短大卒業	NC 加工工程の係長 機械セッティングの管理責任者	6 年	金属加工担当
8 劉 炳輝 (リョウ・ビンフエ)	40 歳	...	...	部長代理 プラスチック成型製造担当	18 年	プラスチック成型製造担当
9 黄 充鵬 (ファン・ジペン)	40 歳	...	...	レンズコーティング工程の係長	13 年	レンズコーティング担当
10 張 勝海 (チャン・シェンハイ)	56 歳	上海市	大東文化大学修士終了	本社の海外生産担当 取締役、仏山董事長	19 年	本社の海外生産担当
11 張 凱 (チャン・カイ)	50 歳	北京市	長岡技術科学大学卒業	仏山タムロン工場の総経理	23 年	仏山タムロン工場の総経理

出典) タムロンのホームページの「工場で交換レンズを作っている人たち」(田中美希男氏のルポルタージュ)より作成した。

付表 1

株式会社 タムロン

創 業	1950年11月1日
設 立	1952年10月27日
本社所在地	埼玉県さいたま市見沼区蓮沼 1385 番地
資 本 金	69億23百万円
代 表 者	鯨坂司郎氏
決 算 期	12月末
売 上 高	599億3百万円
総 資 産	609億10百万円
純 資 産	473億21百万円
従 業 員 数	単) 1,069名、連結) 4,728名
上場取引所	東京証券取引所第1部

〈略史〉

1950年11月 (昭和25年)	浦和市に『泰成光学機器製作所』を創始(渡辺富士雄相談役)。
1952年10月 (昭和27年)	資本金250万円で『泰成光学工業(株)』設立。
1957年 (昭和32年)	一眼レフカメラ用交換レンズ135mm F4.5完成。世界初一眼カメラ用マウント交換方式Tマウントを開発。
1958年8月 (昭和33年)	「タムロンブランド」を商標登録。
1959年9月 (昭和34年)	本社及び本社工場を大宮市蓮沼(現さいたま市見沼区蓮沼)に建設。
1966年5月 (昭和41年)	業界初の一眼レフカメラ用普及型望遠ズーム95-205mm F6.3を量産。ズーム普及の口火を切る。レンズ原器、超精密レンズ、プリズムの生産開始、各種一眼レフカメラにオート絞りで使用するマウント交換方式「タムロン・アダプトマチック」レンズ群の開発に成功。ITV・放送用テレビレンズ等の生産開始。
1969年5月 (昭和44年)	青森県に弘前工場を建設。一眼レフカメラ用交換レンズ、テレビ用レンズ、電子複写機用レンズ等の生産開始。
1970年4月 (昭和45年)	社名「株式会社タムロン」に変更。
1976年9月 (昭和51年)	東京都北区滝野川に本社を移転。
1976年 (昭和51年)	小型軽量マクロ機構を装備し、独自のクイックフォーカス方式を採用した「タムロンアダプトルレンズ群」を販売開始。
1979年4月 (昭和54年)	米国ニューヨーク市に現地法人『タムロン・インダストリーズ Inc.』(現『TAMRON, US, Inc』)を設立。「スーパー・パフォーマンス」(SP)シリーズを開発。
1981年1月 (昭和56年)	弘前工場第2期工事(新工場棟)完成。
1982年9月 (昭和57年)	西独に『タムロンフェアトリーブス GmbH.』(現 TAMRON Europe GmbH.)を設立。
1982年11月 (昭和57年)	『タムロンホンコン Ltd』を設立。
1983年	一体型ビデオカメラレンズを開発。
1984年2月 (昭和59年)	青森県浪岡町に『株式会社オプテックタムロン』を設立。

- 1984年8月 東京証券業協会での『店頭取引銘柄』になる。資本金は38億3,557万5千円に増資。
- 1985年12月 精密成形用金型工場として『株式会社ファイン』を設立。
(昭和60年) 青森県大鰐町に成形工場を設立。
- 1995年4月 英国に『タムロンU.K.Ltd』設立。
(平成7年)
- 1995年7月 中判カメラの老舗『プロニカ株式会社』の株式を取得し、新たに中
(平成7年) 判カメラ事業に乗り直す。
- 1995年11月 弘前工場「IS09001」認定工場になる。
(平成7年)
- 1997年5月 香港に『タムロン工業香港有限公司』を設立。
(平成9年)
- 1997年7月 中国広東省仏山市に『タムロン光学有限公司』を設立。
(平成9年)
- 1998年7月 『プロニカ株式会社』を吸収合併。
- 2000年6月 フランスに「TAMRON FRANCE EURL.」を設立。
(平成12年)
- 2000年9月 本社部門において「IS09001」を認証取得。
(平成12年)
- 2000年12月 弘前工場において「IS014001」を認証取得。
(平成12年)
- 2001年9月 仏山工場において「IS09001 及び IS014001」を認証取得。
(平成13年)
- 2001年10月 本社部門において「IS014001」認証取得。
(平成13年)
- 2003年11月 浪岡工場・大鰐工場において「IS014001」を認証取得。
(平成15年)
- 2004年1月 浪岡工場・大鰐工場において「IS09001」を認証取得。
(平成16年)
- 2005年4月 埼玉県さいたま市見沼区蓮沼に本社を移転。
(平成17年)
- 2005年10月 中国上海市に『騰龍光学(上海)有限公司』を設立。
(平成17年)
- 2006年11月 東京証券取引所市場第1部に上場。
(平成18年)
- 2007年11月 仏山工場第3期工場(新工場)稼動。
(平成19年)
- 2009年8月 自動車産業用品質マネジメントシステムである「ISO/TS16949」を認
(平成21年) 証取得。
- 2012年3月 ロシアに「TAMRON (Russia) LLC」を設立。
(平成24年)
- 2012年5月 ベトナムに「TAMRON Optical (Vietnam) Co.,Ltd」を設立
(平成24年)
- 2013年3月 インドに「TAMRON INDIA PRIVATE LIMITED」を設立。
(平成25年)
- 2015年2月 株式会社宏友興産の株式を取得し、子会社とする。
(平成27年)
- 2015年6月 株式会社宏友興産を吸収合併。
(平成27年)

付表 2

株式会社シグマ (Sigma Corporation) (旧：シグマ研究所)

設 立 1961年9月
本社所在地 神奈川県川崎市麻生区栗木 2-4-16
事業部門 精密機器製造
社 長 山木和人
資 本 金 4億44百万円
売 上 高 364億円
従業員数 894名 (2011年8月31日時点)

〈略史〉

1961年9月 設立
(昭和36年)
1970年11月 株式会社シグマに商号変更。
(昭和45年)
1973年11月 会津工場第1期工事完成。
(昭和48年)
1979年11月 シグマ・ドイツ設立。
(昭和54年)
1983年2月 会津工場第2期工事完成。
(昭和58年)
1983年3月 東京(狛江市)本社新社屋完成。
(昭和58年)
1983年4月 シグマ・香港設立。
(昭和58年)
1984年3月 シグマ・アメリカ設立。
(昭和59年)
1991年3月 シグマ・ベネルクス設立
(平成3年)
1991年12月 シグマ・シンガポール設立
(平成3年)
1993年2月 シグマ・フランス設立
(平成5年)
2000年11月 シグマ・UK設立
(平成12年)
2005年9月 本社新社屋完成
(平成17年)
2006年10月 会津工場 ISO9001 認証取得
(平成18年)
2009年8月 本社 ISO14001 (環境マネジメントシステム) 認証取得
(平成21年)
2013年7月 シグマ・チャイナ設立
(平成25年)

付表3 三共光学工業の略史

1929年	本社所在地にて創業。
1949年	株式会社に改組
1967年	秋田県誘致企業として仙南工場操業
1970年	秋南光学(株)を創設、荒摺工程を移管
1973年	仙北工場開設、操業。組み立て横手分工場へ
1984年	大森精器株式会社設立
1998年 8月	太田工場開設、操業
2000年 5月	環境 ISO14001 認証取得(登録番号 JQA-EM0855)
2002年 10月	三社統合合併(三共光学工業、大森精器、秋南光学)
2003年 5月	大森工場環境 ISO14001 追加認証取得
2003年 7月	大森工場OP工場取得
2004年 7月	大森工場新棟増設
2005年 7月	品質 ISO9001 認証取得(登録証番号 JQA-QMA12274)
2007年	JAXA 様より人工衛星「ひので」搭載品として感謝状を受領
2008年 9月	太田工場新棟増設
2008年	中小企業庁より「元気なモノ作り中小企業 300 社」に選ばれる
2013年 11月	仙南工場と仙北工場を統合し、秋田事業所とする

(出典 : <http://www.sankyou-kogaku.co.jp/attn10.htm>)