

モンブランのタイムライターIIクロノグラフ・バイフリークエンス10000 ミネルバの伝統を生かし、クロノグラフの新機軸を開く

モンブランは「時の記録」をテーマに他とは異なるアプローチでクロノグラフを発展させている。その背景にはミネルバの存在が大きい。スペイン・ミノルカ島出身の時計師バルトメウ・ゴミラさんが開発した10000分の1秒計測が可能なクロノグラフをみてみよう。

モンブランの時計づくりに変化が現れたのは、独自の表示システムを採り入れたクロノグラフのニコラ・リユーセックを発表した2008年であった。これに拍車をかけたのは、同じ年にミネルバを傘下に収めたことである。言い方を変えれば、自社製ムーブメントを開発し、さらに複雑時計の領域へと踏み込むきっかけを掴んだ2008年以降、モンブランは大きく変貌を遂げたことになる。こうした勢いにさらに輪をかけたのが、素晴



時刻表示用の通常の時計（1万8000振動、パワーリザーブ約100時間）と、15分間の積算計を装備したクロノグラフ用の計時時計（36万振動、パワーリザーブ45分）を装備したCal.MB TW02。サイズは38.40mm×10.60mmで、472個のパーツが使われる。ベースプレートとブリッジはジャーマン・シルバーで、ステムの上下にそれぞれのバレル、その反対側にふたつのテンプが置かれる。

らしい時計製造技術を未来に伝えるためのタイムピースと謳い、2年ごとに発表される超複雑コレクション、タイムライターである。2010年のタイムライターII「メタモρφosis」でスタートしたこの企画は、2012年の今年、ここに紹介するタイムライターII「クロノグラフ・バイフリークエンス10000」へと引き継がれた。

表すなら、10000分の1秒単位で表示が可能な、機械式の超高速型クロノグラフと言える。時計のバレルからトルクを拝借し、計測を行なう通常のクロノグラフ・ウォッチの測定範囲が1/5秒から1/10秒であるといえ、その数値の物語の意味がお分かり戴けるだろう。

では、何故ゆえに、超高速型のクロノグラフが実現できたのか？ その答えは、通常の時計と計時機能を切り離し、クロノグラフの輪列だけを高速型としたからである。つまり、通常の時計をベースとする通常のクロノグラフでは、10000分の1秒という数字はとても成しえるものではなく、バレルではじまりテンプまでつく計時専用の輪列のみを自社設計の高速型とした訳だ。

具体的には、時計用には手巻き式で1時間あたり1万8000振動、つまり1秒あたり5振動（2.5Hz）するロービート・ムーブメントが使用される。いっぽう、肝心のクロノグラフには、同じく手巻き式で、1時間あたり36万振動する（1

秒間で100振動＝50Hz）高速型エスケープメントを母体とし、これに10倍の増速輪列をつけ加え360万振動（同1000振動＝500Hz）に振動数をアップさせたムーブメントを使用する。蛇足だが、この高速型のエスケープメントは、その昔、ミネルバの得意科目のひとつであったストップウォッチ、しかも1秒でダイヤルを1周する100分の1秒（50Hz）を測定する高速モデルにヒントを得たものである。

さて、各部を見てゆこう。まずふたつのバレルの巻き上げは3時のクラウンを使って行ない、それぞれ右回りで時計、左回りでクロノグラフを巻き上げることができる。パワーリザーブは時計が約100時間あり、エネルギー消費の著しいクロノグラフでは45分となる。そのクロノグラフはプッシュ・ボタンがひとつしかない。モノ・プッシュャーで、ボタンは12時の位置に取り付けられている。これは1916年に製作され、1936年に復刻された100分に1秒を計測するミ



直径47.0mm×厚さ15.1mmで、3気圧防水の18Kホワイトゴールド・ケースに、手巻き式のハイスピード・クロノグラフ・ムーブメントを搭載したクロノグラフ・バイフリークエンス10000。クロノグラフを起動させるときに聞こえるムーブメントの鼓動は、まさに高速の連続音にほかならない。ダイヤルの中央が、時刻用の時計の時分針と、1秒間に1周する100分の1秒クロノグラフ針。6時のイン・ダイヤルに60秒計&15分積算計、12時位置に1000分の1秒表示がセットされる。3時がクロノグラフ用の45分パワーリザーブ計で、9時のオープン・ダイヤルからは2つのテンプと、その間に置かれたサファイア・ディスクのスマールセコンドが見える。ホイール・ピラーを採用。36個の限定生産で、価格は2887万5000円である。

ネルバのストップウォッチに使われていた形式に敬意を表したものだ。

いっぽう、クロノグラフのプッシュ・ボタンから下に向かって一列に配された積算計は合計で5種類存在する。まず中央が1秒間でダイヤルを一周するクロノグラフ針で、1000分の1秒単位の測定ができる。これに呼応するのが6時位置のスマール・ダイヤルに収められた長短針で、それぞれ赤い先端の長針が60秒まで、すべて赤い短針が15分までを表示する。だが、やはり圧巻は1000分の1秒の表示盤だ。こちらは12時の扇形の小窓の中に収められており、計測をストップしたときに赤い矢印が0から9までの間で1000分の1秒単位を表示してくれる。

われわれの日常生活において、果たして1000分の1秒単位のスピードで動いているものがあるのだろうか……とか腕に着けた不安定な状態で、なおかつ瞬発力で親指に遅れをとる人差し指でクロノグラフのスタート・ボタンを押したときの人的な計測精度は？ などと考えてしまう人たちにとって、この時計はほとんど意味がない。これは、1000分の1秒単位の計測と、1000分の1秒単位の表示に対して、大いに共感できる人たちのためにつくられた機械式複雑時計なのである。

カルティエ コンセプトウォッチ 第2弾

ID TWO

機械式時計の伝統を尊重しつつ、21世紀の先端技術を取り入れた開発に取り組み、カーが少しずつ登場している。これは精密部品の製造技術の進歩が後押ししていることはいうまでもない。そしてカルティエも先端に取り組み1社だ。2012年7月、ムーブメントの高効率を追求したコンセプトウォッチが発表された。また2009年に発表された「ID ONE」の製品化も実現し、未来の開拓が進んでいる。

スイスでは機械式時計の基本を維持しながら、新たな素材や製法の採用、そして新機構の開発が次第に活気づいている。これは複雑時計の開発を競った時代から、未来の機械式時計に向けて根本を見直す時代へと、ゆっくりと移行している、とまでえられる。開発のテーマは各社さまざまだが、カルティエは「効率」をテーマに5年以上の歳月を費やして研究開発を行い、その成果がコンセプトウォッチ「ID TWO」として発表された。

機械式時計を動かすには動力、つまりゼンマイのパワーが必要なのはいうまでもない。しかしそのパワーの75%が無駄になっているという。そこでカルティエは従来の機械式時計と比べて、エネルギー消費を減らし、またエネルギーの蓄積を高めるために、新しい素材や製造技術を駆使し、従来とは異なる設計によって、ムーブメントの高効率化を目指した。

高効率ウォッチの開発にあたって、カルティエは3つの点に焦点を当てた。それは(1) 香箱に蓄積されるエネルギーの最大化、(2) 香箱から調速・脱進機までのエネルギー伝達(輪列)の最効率化、(3) 脱進機とテンプの消費エネルギーの最小化だ。従来の機械式時計ではそれぞれ次のような問題が考えられる。

(1) エネルギーの蓄積
香箱のなかで巻き上げられる金属製のゼンマイが機械式時計の動力源だが、ゼンマイは完全に巻き上げた時には高いトルクをもっているが、ほぼ解けた状態では大幅に弱まってしまう。このトルクの減少はゼンマイの素材の特性からくるもので、ゼンマイの素材が進化したとはいえ、金属製のゼンマイである以上、トルクの減少はかわらない。さらにコイル間の接触から生じるゼンマイの摩擦などによって、香箱から輪列に放出されるエネ

ルギーは実際に蓄積されたエネルギーよりも少なくなってしまう。

(2) エネルギーの伝達
香箱は1時間に6分の1回転のゆっくりとした速度で回転し、2番車(分針車)、3番車、4番車と次第に回転速度が速まり、ガンギ車は1時間に600回転という速度で回転する。回転速度が増すと歯車の歯が噛み合う部分に摩擦が生じ、エネルギーの無駄を招くことになる。また輪列の軸にも力が加わり、そのためにエネルギーが必要となり、また部品が重くなればさらにエネルギーが必要となる。

こうして香箱から供給されるエネルギーの約4分の1が失われてしまう。
(3) 脱進機とテンプのエネルギー消費
4ヘルツのテンプは毎時2万8800回、1日に69万1200回の振動を繰り返している。このため大量のエネルギーが必要となることは想像に難くない。ま

た脱進機は輪列の回転を制御し、それとともにテンプに衝撃を与えてテンプの規則的な振動を導かなくてはならない。そこでアンクルも1日69万1200回の動きをするから、そのエネルギー消費も大きい。脱進機は輪列から伝達されたエネルギーの3分の2を消費し、残りの3分の1でテンプに衝撃を与えている。さらに脱進機は従来の素材ではアンクルとガンギ車の歯の間に「遊び」が生じ、さらにエネルギーを消費してしまう。

このような問題を解決するために、カルティエはTHINK TANKに所属する135人の技術者や時計師、そして外部機関の協力を得て、次ページのような開発を行った。その結果、従来の機械式時計に比べてエネルギー消費を半分に抑え、エネルギーの蓄積を30%増やすことに成功した。この開発で現在、6件の特許を申請中だ。



エネルギー消費を従来の半分におさえ、エネルギー蓄積を30%増やすことで、約32日間のパワーリザーブを実現した「カルティエ ID TWO コンセプトウォッチ」。透明の多結晶セラミックス「Ceramyst™」を使った、「カリブルドゥカルティエ」のケースに手巻きムーブメントを搭載する。ケースはミドルケースと裏蓋から成るツーピース構造で、2kgの圧力をかけてケースを真空状態にしてミドルケースと裏蓋を固定しているため、裏蓋にはネジはない。ガスケットはミドルケースと裏蓋の間にひとつ、リュウスにふたつ入れているが、ガスケットを成形する際にナノ粒子を注入し、多孔性物質を最小限におさえ空気の侵入を防ぐことで、ケース内の真空状態は10年間維持されるという。ケース径42mm、ムーブメント直径31.5mm、厚さ10.45mm、15石。部品点数197。毎時2万8800振動。*販売の予定はありません。

タグ・ホイヤー「マイクロトゥールビヨンズ」

異分野の発想でクロノグラフの新機軸に挑む

タグ・ホイヤーは量産クロノグラフでは日本のセイコーインスツルの協力を得た自社ムーブメント、キャリバー1887を進化させる一方、マイクロシリーズで新たな発想の技術開発に挑んでいる。最新作「マイクロトゥールビヨンズ」の概要をみてみたい。

タグ・ホイヤーは2004年に「モノコV4」を発表して以来、機械式時計の伝統的な概念を超えた発想の技術開発を進めている。「モノコV4」では輪列からベルト駆動へ、回転軸から線形振動軸（インゴット）へと、機械式ムーブメントの根本を見直した。このベルト駆動を実現するために、極小のベルト製造方法を模索していたタグ・ホイヤーが出会ったのが、現在のバイス・プレジデントサイエンス&エンジニアリングのギイ・セモン



ギイ・セモン (Guy Semon) さん。1963年、フランス生まれ。フランス海軍を経て、フランシュコンテ大学で物理学とエンジニアリングの博士号を取得。軍事分野や航空宇宙業界を中心に先端技術のコンサルタントとして数々の大型プロジェクトに参加し、2004年にタグ・ホイヤーの「モノコV4」開発に関わる。

さんだった。宇宙航空分野をはじめとする先端技術開発のコンサルティングをしていた彼の発想とノウハウが、100分の1秒、そして1000分の1秒計測が可能なクロノグラフ実現に導いた。前者は「カレラマイクログラフ100」、後者は「マイクロタイマーフライング1000」で、ともに2011年に製品として発表された。

もわかるように、計時用とクロノグラフ用のふたつのトゥールビヨンを装備している点が大きな特徴だ。「カレラマイクログラフ100」で開発された、デュアルチェーン構造を採用し、計時用とクロノグラフ用のふたつの香箱を備え、計時用の輪列とクロノグラフ輪列は完全に切り離され、お互いに干渉することはない。計時用は自動巻きで、テンプは2万8800振動、トゥールビヨンは1分に1回転し、COSC認定クロノメーターの精度をもつ。

だ。これはフライング・トゥールビヨンと同じように下側からテンプを固定し、上は片側だけを受けて固定している。ギイ・セモンさんによると、高速回転するトゥールビヨンはクロノグラフの精度を向上させる目的で装備し、同じく100分の1秒計測が可能な「マイクログラフ」よりも約30%、計測精度が向上したという。ムーブメントは直径35.8ミリ、厚さ9.79ミリで、439部品で構成される。パワーリザーブは計時用が約45時間、クロノグラフが約60分となっている。

一方、クロノグラフは手巻きで、50ヘルツ（毎時36万回）の高振動テンプを備え、18Kローズゴールドのクロノグラフ秒針が1秒に1回転し、100分の1秒計測が可能だ。トゥールビヨンは1分間に12回転という高速で回転するが、クロノグラフを動作させると回転し、ストップすると停止する。この動きを司るのが、テンプの外側につけられたU字型のパネで、左の写真ではパネがテンプを止めている。またケージをもたないセミ・フライング・トゥールビヨンである点も特徴

古典的なトゥールビヨンと新しい発想のトゥールビヨンを上下に並べたレイアウトは、デュアルチェーン構造によって実現したのだが、この対比が今日のタグ・ホイヤーを象徴しているといえるだろう。タンタルのブラックと18Kローズゴールドの組みあわせ、コート・ド・ジュネーブを刻んだアンストライト文字盤もモダンと古典の調和でもある。先端的な開発に意欲的なタグ・ホイヤーだが、改めて古典に注目した点が興味深い。



「マイクロトゥールビヨンズ」。アンストライト文字盤の12時位置にクロノグラフのパワーリザーブ表示、3時位置に30分計、6時位置に60秒計、9時位置側の上下に計時用とクロノグラフ用のトゥールビヨンを備えている。クロノグラフに関わる針は18Kローズゴールド製で、中心に置かれたクロノグラフ秒針は1秒に1回転する。ケース径45mm、タンタルと18Kローズゴールド (5N) のコンビネーション・ケース。10気圧防水。価格2310万円。年間製造200個予定。

2000分の1秒計測を可能にした「マイクロガーダー」



「マイクロガーダー コンセプト クロノグラフ」。2012年に開発されたコンセプト・ウォッチで、振動数1000ヘルツ（毎時720万振動）を実現することで5/10000秒（1/2000秒）計測を可能とした自動巻きクロノグラフ。独立したふたつの系統の輪列を備える「デュアル・フリクエンス・システム」によって、計時用輪列とクロノグラフ輪列は互いに独立し、計時用テンプは通常の4ヘルツ（毎時2万8800振動）で振動している。一方、超高速クロノグラフにはテンプに替わり、ビームとガーダー（チタニウム合金製の垂直のブレード）から成る線形調速機「マイクロガーダー」が開発された。物理学の振動の理論から発想したもので、わずかな振幅でも安定した振動が得られ、また姿勢差や温度変化による影響を受けず、衝撃に強いなどの利点がある。ガーダーの振動はカップリングビームを経由し、アンクルと連結するエキサイティングビームに伝わる。ここで振動が拡大され脱進機に伝達され、クロノグラフを調速する。振幅のロスがなく香箱からの動力の消費を最小限に抑えることができるため、1000ヘルツという超高速が実現したという。センターに5/10000秒計測針、3時位置に1/100秒計、12時位置に60秒計をおく。パワーリザーブは計時用が約42時間、クロノグラフは約3分間。文字盤側からマイクロガーダーを見ることが可能。ムーブメント径5.8mm、ケース径45mm、チタニウム・カーバイド加工を施したSS。5気圧防水。10件の特許を申請中だ。

Ulysse Nardin



ムーブメントの設計から製造までの工程が行われるラ・ショー・ド・フォンの工房。2002年に2階建てのビルを購入し、3階目が増築された。現在、約170名がここで働く。新素材や新技術の開発、ムーブメントの精度・耐久テストなど、自社ムーブメントの品質の中核を握る。



ユリス・ナルダン

独立を保つための努力

マリントクロノメーターで一世を風靡し、天文時計、ガリレオ・ガリレイで機械式時計の復興に一役買ったユリス・ナルダンは、今日、新素材の活用、合理的な大量生産方式を實踐し、マニユファクチュールとしての発展の基礎を固めている。その根底には「独立の維持」という大きな命題がある。

ユリス・ナルダンの創業は1846年に遡ることができる。息子ポール・ダビッド・ナルダン時代にはマリントクロノメーターが1878年のパリ万博、1893年のシカゴ万博などで受賞し、以後、マリントクロノメーターの名門として世界に知られることとなった。内陸にあり、海を知らない人々にとって、マリントクロノメーターの存在は遠いものであったはずだが、「探究心こそ開発の原動力」であった。この探究心は1983年、クォーツショックの打撃で瀕死の状態にあったユリス・ナルダンを買収した故ルルフ・W・シュニーターさんにも通じる。ルードヴィヒ・エクスリン博士に開発を依頼した天文時計「ガリレオ・ガリレイ」はスイス時計産業に衝撃をもたらした。機械式時計復興の大きな活力となった。それからすでに30年近くを経た今日、シュニーターさんは昨年4月に急逝したものの、彼の構想は確実に形となっている。

2003年、ラ・ショー・ド・フォンに新工房がオープンした。ここはユリス・ナルダンの知的基地といえることができる。ムーブメントの開発から部品製造、組み立てが行われるが、設計7名、製図6名、ラボラトリーに6名という布陣で、この数は過去5年で2倍に増したという。これは新素材を含めたムーブメント開発に力を入れていることを示しているが、その端的な例が今年の新作、「マリントクロノメーター・マニユファクチュール」に搭載される自社ムーブメント、キャリアバー1118だろう。このムーブメントはETA2892ベースのキャリアバー26の代替機種として3年半をかけて開発されたもので、設備投資も含めて約200万スイス・フラン(約1億8000万円)が投じられたという。ユリス・ナルダンは他社に先駆けて、2000年からムーブメントに新素材を採用してきたが、このムーブメントではダイヤモンドコーティ



「マリントクロノメーター・マニユファクチュール」に搭載されるCal.UN118は、現在14名が各工程に分かれ、順次ムーブメントを組んでいる。この設備では1日100個までの組み立てが可能という。



ングしたシリシウム、ダイヤモンドシリングを使った脱進機とシリシウム製ヒゲゼンマイを使っている。その背景には2006年にミモテック社とともに設立したシガテック社、そして'08年に設立したダイヤモンド社、そして'08年に設立したダイヤモンド社の存在が大きい。前者はシリシウム部品の研究開発、製造の大手に成長し、現在、スイス時計業界の30社以上に供給しているという。これは将来への大きな投資だったが、賢明な決断でもあった。キャリアバー1118は大量生産を前提としたもので、製造面でも革新性がみられる。14名がひとつのチームとなり、流れ作業でパート別に組み立てを行うが、注油や石入れは機械によって行われる。組み立て途中の随所で、チェックが行われ、振り角や歩度などのデータがムーブメントの作業用ケースのチップに記録される。これによって不良ムーブメントは特定でき、不具合は時計師によって修理され、完成する。精度はマイナス3秒からプラス2秒を基準としている。

ところでキャリアバー1118に限り、ムーブメントの精度検定であるCOSCに加えて、完成品の精度および性能テストが行われる。23度、8度、38度の温度差、6姿勢で7日間にわたり精度が測定され、また防水、パワーリザーブ、性能テストが行われる。COSCに合格しても、完成品でテストをした場合、約3割が基準

に満たないという。テストに合格した時計のムーブメントには刻印が施され、またテスト結果を記した「ユリス・ナルダン・クロノメーターおよび性能証明書」が購入者に渡される。現在、ソナタやフリーク、ムーンストラック、パーペチュアルなどの複雑時計を含め、自社ムーブメントを搭載するモデルは全体の30%程度、すなわち約7800個程度だが、今後、キャリアバー1118を中心に80%までに増加させる見込みだ。実用にすぐれた機能として知られる±機能のデュアルタイムをはじめ、大型日付表示、パワーリザーブ機構など、自社開発のモジュールを搭載するモデルも、ベース・ムーブメントは次第に自社製へと替わっていくことだろう。



独自の精度および技能検定である「ユリス・ナルダン検定」は、現在はCal.118のみが検査対象となっている。合格したムーブメントにはユリス・ナルダンのマークの下に「CERTIFIED」の文字が刻まれる。