



## 究極の精度を求めて

技術革新と卓越性の終わりのない物語 -

過去、現在、未来

### 概要：

- 原材料から完成品まで：すべての工程における精度
- 衝撃、磁気、重力：究極のクロノメトリーを目指して
- 相反する計時とコンプリケーションに対する画期的な解決策

ジャガー・ルクルトには、人間が取り組むいかなる分野においても何かを極めるには時間、忍耐、そして努力が必要であるという考えが深く根付いています。精度はジャガー・ルクルトの中核を成す価値観であり、この分野を極めるための探求は 200 年も前から続けられており、今後も終わることはありません。

創業者であるアントワーヌ・ルクルトが時計製造に邁進することになったのは、この精度へのこだわりからでした。彼は自身の最初の時計製造工房を開く以前の父親の鍛冶屋で働いていたときに、前例のない精度で鋼からピニオンを切り出す機械を発明しました。創業者の精神を受け継いで、その後の世代の時計職人、エンジニア、デザイナー、その他の職人たちは、構想やデザインから、原材料を使用可能な部品にすること、さらには組み立て、仕上げ、装飾に関する優れた手作業に至るまで、時計製造工程のあらゆる分野、あらゆる段階で精度を極める努力をしてきました。2024 年、ジャガー・ルクルトは 4 つの章でその精度のストーリーを語ります。

### 製造の精度

時計製造においては、製造工程の精度が何よりも重要です。このことをよく理解していたアントワーヌ・ルクルトは、時計製造ビジネスに革命をもたらす数々の発明品を初期のころから発表してきました。

自身の時計製造工房を構える 3 年前の 1830 年、アントワーヌは鋼からピニオンの歯を切り出す機械工具を開発し、特許を取得しました。これによって、複数のピニオンを 1 つずつ手作業で成形するのではなく、事前設定した仕様通りにこれまでにない高精度で製造できるようになりました。



14年後の1844年、アントワーヌ・ルクルトは「ミリオノメーター」を発明しました。これは、ミクロン単位での測定が可能になった初めての装置で、前例のない高精度で部品を測定できるだけでなく、部品の小型化にも貢献しました。ミリオノメーターは、アントワーヌ自身が発明した機械が可能にした小型化に、独自の創意工夫を重ねた成果です。これによって、測定の精度が上がり、さらなる小型化が可能になったのです。ミリオノメーターの製造数はごくわずかで、この技術はマニファクチュールに厳重に保管され、50年以上に渡って精度の基準として使用されました。

精度の追求を続けるアントワーヌ・ルクルトは、1850年にはラウンドアップ工具、1860年にはフライス工具などの新しいツールを製造プロセスに導入し、精密な時計部品を製造する能力をさらに強化しました。

ミクロン単位での測定が可能になったことで、世界最薄のムーブメントを搭載できるようになりました。わずか1.38mmの厚さのキャリバー145は、その薄さからクトー（ナイフ）の名で呼ばれた1907年発売の懐中時計に搭載されていました。

時計製造の精度に貢献したアントワーヌ・ルクルトの遺産が確実に受け継がれるように、加締工具は1926年以来、工房内で大切に保管されてきました。現在、ジャガー・ルクルトは、キャリバーを製造または修理するために1,900以上のプレス工具を所有しています。

アントワーヌ・ルクルトは生涯を通じて、正確に調整された新しいプレス機や切削機、部品を回転させて加工する機械旋盤を開発し続けました。同一の部品を連続して製造できるようになり、彼の精度への追求は現代の時計製造産業の発展の基礎を築き、その功績は1851年のロンドン万国博覧会での金賞受賞によって認められました。

20世紀に行われてきた技術の進歩は21世紀になっても続き、ジャガー・ルクルトは時計製造工程のすべてにおいて精度を高める最新技術を取り入れてきました。ジャガー・ルクルトはCNC（コンピューター数値制御）をいち早く導入し、1982年には最初のCNCマシンを購入、設計の補助にCADを使用するようになりました。最近では、放電加工、レーザーカッティング、3Dプロトタイピングなどの技術によって、製造工程の重要な段階が精密科学によるものへと変化しています。ただし、これらの技術は、初期設計、プロトタイピングのさまざまな段階、時計キャリバーの組み立て、仕上げ、装飾に関する人の手による正確な作業に取って代わるものではなく、あくまでも補助的なものです。高級時計製造がその他の時計製造と違う点は人の手による技が施されていることであり、それによって高級時計のタイムピースには言葉では言い表せない「魂」が吹き込まれているのです。



## 計時性能の精度

クロノメトリーとは、簡単に言えば計時の精度のことです。クロノメーターは、厳格な検査プロセスを通じて認定された、極めて高い精度を持つ機械式キャリバーです。クロノメーター認定の起源は、19世紀半ばの光学技術の進歩にあります。これによって、私たちが知っている時間を定義する惑星の動きを正確に測定できる天文台が設立されました。

創業者であるアントワーヌ・ルクルトの精度へのこだわりを敬意を表して、ジャガー・ルクルトはその190年の歴史の中で数多くのクロノメーター キャリバーを開発してきました。すべてのクロノメーター タイムピースは、必要な精度を達成するために、時計が抱える課題を解決する方法を深く追求した成果と言えます。クロノメーター機構を製造するには優れた技術的ノウハウが必要です。ピニオンは正確に成形され、歯車は完全に噛み合い、摩擦を減らすために表面は完璧に研磨され、金属は温度変化に耐える必要があります。

機械式時計の製造では、精度や耐久性を追求する中で、衝突や衝撃、磁気からエネルギーや重力に至るまで、いくつかの課題に直面しています。

### 課題 1：衝突および衝撃

より高振動で鼓動するムーブメントは、衝撃による妨げが少なくなります。より回復力の高いムーブメントを求める声に応じて、ジャガー・ルクルトは1970年に毎時28,800振動(4Hz)の高振動で動作するキャリバー916を発表しました。これによって、マニュファクチュールは当時の標準であった従来の3Hzまたは2.5Hzを打破し、新基準を打ち出しました。常に精度を追求し続けるジャガー・ルクルトは、マスター・コンプレッサー・エクストリーム・ラボ用のキャリバー781を開発。驚くべき精度と信頼性を実現しました。その他の革新的技術には、衝撃などの極端な状況下でのゼンマイの動きを制限する特別な保護装置を備えたヒゲゼンマイがあります。

### 課題 2：磁気

磁気は特定の部品に磁気を帯びさせ、時計の動作を遅くしたり、速くしたりするため、機械式時計の精度に悪い影響を与える可能性があります。ごく早い段階から、マニュファクチュールはヒゲゼンマイの性能を高めるためにさまざまな素材を模索し、19世紀末にはクロノグラフ懐中時計用のルクルト製キャリバー18RVにパラジウム製ヒゲゼンマイをどこよりも早く導入しました。この技術革新によって、クロノメーター認定を取得することができました。磁化にさらに対抗するために、1958年に優れた耐久性、防水性、精度を備えた「ジオフィジック」が製造されました。磁気から保護するための軟鉄製インナーケースを採用した認定クロノメーターでもあり、これらの機能を備えた最初の腕時計のひとつとなりました。



### 課題 3：エネルギー

機械式時計は、ゼンマイを巻き上げることでムーブメントに動力を供給します。パワーリザーブが少ない場合、計時精度に影響がでます。主ゼンマイがほどけていくに連れてテンプの振動振幅が減少し、動作が不安定になり、計時に一貫性が無くなるからです。より長いパワーリザーブは、「エネルギー生産低下」の発生を遅らせ、より規則的な「鼓動」が保証され、長時間にわたって計時精度を維持することができます。19 世紀、マニュファクチュールの時計職人たちは複雑機構の追加という課題に取り組み、1881 年には、2つの香箱を備え、計時と複雑機構の両方を1つの輪列で駆動するミニッツリピーター、キャリバー19/20RMSMI を発表しました。この技術革新は、21 世紀の革新的なデュオメトル コンセプトの基礎となりました。エネルギー効率の最適化を追求し、卓越した性能とエレガントなデザインを体現した、8 日間のパワーリザーブを備えたパーペチュアルカレンダーとして、2004 年にマスター・エイトデイズ・パーペチュアルが登場しました。

### 課題 4：重力

重力は、時計の位置によってテンプや脱進機に影響を与え、計時の一貫性を損なうため、機械式時計の精度に影響を与えます。この課題に対応するため、時計によっては、これらの部品を継続的に回転させて重力による誤差を一定にするトゥールビヨンが搭載されています。ジャガー・ルクルトは、1946 年にクロノメーターコンクール用に傑出したキャリバー170 を製作し、複数の賞を受賞しました。常にアントワヌ・ルクルトの革新の精神に突き動かされてきたジャガー・ルクルトは、2004 年に多軸トゥールビヨンを導入することで時計製造の限界を押し広げました。

ジャガー・ルクルトは 19 世紀にはすでにクロノメーター認定の懐中時計を製造していました。これは、CNC マシンやレーザーカッティングなどの高精度のための最新技術が生み出される 100 年も前のことでした。これらの時計の中には単純な機構を備えたもの、つまり計時性能に影響する要素を極力減らしたものもありましたが、ジャガー・ルクルトは複雑機構を備えたクロノメーター認定の時計製造に取り組み、1890 年にはクロノメーター認定のグランド・コンプリケーションを備えた懐中時計を製造するという究極の課題を達成しました。

1992 年、ジャガー・ルクルトは 1,000 時間コントロール認証を導入しました。これは時計業界で最も厳格な検査プロトコルの 1 つで、キャリバーだけでなくケーシング後の時計全体も検査されるものであり、標準的なスイス クロノメーター認定よりも高い精度が要求されます。1,000 時間コントロール認証を受けた最初のムーブメントは、マスター・コントロール コレクションの主力であるキャリバー899 でした。

計時性能を改善するための終わりのない探求において、昨今の技術革新は主要部品に使われる素材についての研究に焦点が当てられています。それには、シリコンや摩擦を軽減し、エネルギー伝達を向



上させるための新しい潤滑油などが含まれています。また、歯車とテンプの新しい構造、ガンギ車とアンクルの新しい形状によって、等時性が向上し、さらには計時精度の向上へとつながっています。

## 調速機構の精度

調速機構はムーブメントの最も重要な部品の1つです。テンプとヒゲゼンマイで構成される調速機構は、機械式キャリバーの中でも非常に魅力的な要素であり、生きて呼吸する、つまり鼓動する心臓のように見えるムーブメントの部品です。ヒゲゼンマイの伸縮によってコントロールされる心臓の鼓動の規則性（等時性と呼ばれる）は、正確な計時にとって非常に重要です。

ジャガー・ルクルトは、さまざまな形状のヒゲゼンマイを自社で製造および成形する専門技術を有する数少ない時計メーカーの1つであり、この重要な部品は長年ジャガー・ルクルトのエンジニアたちの探求の対象となってきました。最初期は素材に多くの注意が払われ、1890年にパラジウム製ヒゲゼンマイを開発しました。その後は、主にヒゲゼンマイの形状とトゥールビヨンに関する探究に注力されるようになりました。

ヒゲゼンマイの形状とアタッチメント（ターミナルカーブ）によって、ヒゲゼンマイの伸縮方法が決まります。一般的に使用されるのは平ヒゲゼンマイでしたが、ジャガー・ルクルトのエンジニアたちは、完全な同心円を描く、つまり調速機構の特定の構造に応じた規則的な振動となる形状を特定するためにさまざまな構成を研究しました。たとえば、ジャイロトゥールビヨン5ではジャイロトゥールビヨンの極めて小さなサイズを維持するために、平（ブレゲ）ヒゲゼンマイが最も相応しく、一方でトゥールビヨン・シリンダーでは、2本のターミナルカーブを持つシリンダー状のヒゲゼンマイが、従来のヒゲゼンマイでは不可能なレベルで完全な同心円を描くことが判明しました。ジャガー・ルクルトのスペシャリストたちはまた、さまざまなキャリバーに合わせた球体および半球体のヒゲゼンマイも開発してきました。そしてその研究は今も続いています。

重力の影響が時計機構の微調整されたテンプにも影響を与えることを認識した彼らは、調速機構全体についても研究を重ね、その解決策がトゥールビヨンにあることを突き止めました。18世紀末に発明されて以来、ほとんどその存在を忘れられてきたトゥールビヨンは、ケーシング内でテンプを回転させることで重力による影響を補正します。1946年、ジャガー・ルクルト初のトゥールビヨンムーブメント、キャリバー170がヌーシャテル天文台のクロノメーターコンクールで優勝し、1993年にジャガー・ルクルト初となるトゥールビヨン腕時計が制作されました。

トゥールビヨンはもともと懐中時計用に考案されたため、すべての位置で重力の影響を補正することはできません。そこで、ジャガー・ルクルトの時計職人は立体的な回転を実現するために最初の軸に対して垂直に回転する2番目の軸を追加しました。ジャガー・ルクルトは2004年に初の多軸トゥールビヨンであるジャイロトゥールビヨンを発表して新境地を開拓し、その後の2012年にはスフェロ



トゥールビヨンを発表しました。さらに 2014 年には超薄型のキャリバー362 を発表。これは、ペリフェラル・ボールベアリングシステムによるフライングトゥールビヨンを備えており、ジャガー・ルクルトが特許取得した S 字型ヒゲゼンマイが取り付けられていました。オリジナルのジャイロトゥールビヨンをリニューアルし、2016 年に第 4 世代を発表。2019 年にはマスター・ハイブリス・メカニカ キャリバーに搭載されたジャイロトゥールビヨン 5 を誕生させました。

## 複雑機構の精度

正確な計時のための基本要件には、等時性を維持するためにムーブメントの香箱から調速機構に供給される電力が完全に安定していることがあります。

時計のムーブメントに追加の複雑機構を駆動させることは、計時の正確性を損なう危険があります。なぜなら、単純に複雑機構自体が機能するために電力を必要とするからです。さらに、時計は時刻を正確に表示すると同時に、ムーンフェイズ、天空図、秒単位の経過時間などの複雑機構の表示を可能な限り正確に文字盤上で示す必要もあります。

一部の複雑機構は、時間の経過に沿ってゆっくりと比較的安定して電力を消費するものがあり、たとえば、カレンダーでは、その複雑さはさまざまに異なります。クロノグラフとミニッツリピーターなどその他の複雑機構は、極めて短い時間に大量のエネルギーを必要とします。クロノグラフは、その全体としての目的が経過時間の間隔を非常に細かく正確に測定し、表示することであるため、より難しい課題があります。

マニュファクチュールの初期の頃から、時計職人たちはクロノグラフをマスターしてただけでなく、他の複雑機構と組み合わせることで、等時性への影響を最小限に抑えながら、計時機能と複雑機構とのエネルギーの移動をうまく管理する方法を考案してきました。

計時と複雑機構という相反する要求に対して解決策を模索する中、ジャガー・ルクルトの技術者たちは、デュオメトル コンセプトを開発しました。2007 年にジャガー・ルクルトが特許を取得し導入したデュオメトル機構では、それぞれに独立した輪列を持つ 2 つの香箱が 1 つのキャリバーに組み込まれており、1 つの調整機構に接続しています。1 つの輪列が時刻表示を、もう 1 つがその他のすべての追加機能を動作させます。複雑機構の動作によって計時機能が損なわれず、動作精度が保証されるため、このコンセプトは次々と複雑な時計を生み出すことを可能にしました。

2007 年、デュオメトル コンセプトを初めて採用するにあたり、ジャガー・ルクルトの時計職人たちはクロノメーターと同じくらい正確なクロノグラフ ウォッチを開発するという最も困難な課題に取り組むことにしました。こうして誕生したのが、完全一体型コラムホイール クロノグラフ ムーブメント、キャリバー380 を搭載したデュオメトルクロノグラフです。デュオメトル機構はその後、ムー



ンフェイズ、GMT 機能、古典的なトゥールビヨンなどに、そして 2012 年には球体型トゥールビヨンなど他の複雑機構にも使われるようになりました。

2024 年、ジャガー・ルクルトは 2 つの新しいデュオメトルムーブメントを発表します。ひとつは、デュオメトル・ヘリオトゥールビヨン・パーペチュアルに搭載されるキャリバー 388。3 軸で回転し、「スピニングトップ」効果を生み出すまったく新しいトゥールビヨン構成です。また、キャリバー 391 はクロノグラフとムーンフェイズ表示を組み合わせ、デュオメトル・クロノグラフ・ムーンに搭載されています。

約 80 年にわたり蓄積されたノウハウを結集した新キャリバー、デュオメトルは、精度を極め続けるメゾンの新たな一步を表しています。こうして、創業者によって始められたストーリーは続いていきます…

---

#### ジャガー・ルクルト - ウォッチメーカーの中のウォッチメーカー™

1833 年以来、ジャガー・ルクルトは、革新性と創造性への抑えきれない渴望に導かれ、故郷ジュウ渓谷の平穏な自然環境からインスピレーションを得て、複雑機構への熟練した技術とその精度で際立った存在となっています。ウォッチメーカーの中のウォッチメーカー™として知られるマニュファクチュールは、1,400 を超えるキャリバーの制作と 430 以上の特許を通して、その絶え間ない革新の精神を表現してきました。ジャガー・ルクルトの時計職人たちは、190 年にわたる蓄積された専門知識を駆使して、最先端の精密なメカニズムの設計、製造、仕上げ、装飾を行い、何世紀にもわたるノウハウと情熱を融合させ、過去と未来をつないでいます。時代を超え、常に時と共にあります。180 種類もの専門技術がひとつ屋根の下に集結したマニュファクチュールは、その技巧に、デザインの美しさを独特で控え目な洗練を組み合わせ、高級時計に息吹を吹き込んでいます。

---

#### 高精度を生み出すグランド・メゾン

1833 年の創業以来、ジャガー・ルクルトの中核を成す価値観である精度への追求は、特に重要な意味を持ちます。メゾンの創業期は、ピニオンの歯をかつてない精度で切削する工具（1830 年）と、ミクロン単位での計測が可能な世界初の測定器であるミリオノメーター（1844 年）といった、アントワーヌ・ルクルトの 2 つの重要な発明の上に築かれています。この 2 つの装置は、時計製造業全体に大きな影響を与えることになりました。マニュファクチュールでは、ジャイロトゥールビヨンとして知られる初の多軸トゥールビヨンや、さまざまな形状のヒゲゼンマイの開発など、精度を追求する研究によって画期的な技術が次々と生み出されてきました。コンプリケーションキャリバーでは、デュオメトルのシステムの発明により、複雑機構の動作によって等時性（その「鼓動」の規則性）が損なわれることはありません。ジャガー・ルクルトにとって、精度の追求は創業以来のメゾンの中心的な信条であり、それは未来永劫続くものです。