

高級腕時計 ができるまで

特集
1

製品の ライフサイクルを追う

人が決して抗うことができないものがある。

時の流れだ。時の流れの前には、人は身を委ねることしか許されない。

そんな制御できない時を可視化したのが、時を計る道具、「時計」だ。

奇しくも今年は、国産初の腕時計「ローレル」が発売されてちょうど100年。

進化し続ける腕時計づくり。日本のものづくりを象徴するかのように、その技術には

「創造と継承」が貫かれている。高級腕時計はどのようにつくられるのか―。

熟練した匠の技が生み出す「時の世界」をのぞいてみる。(編集部)



「創造と継承」が貫く腕時計

国産初の腕時計が生まれて100年

腕時計が開発されてから200年余。時計づくりは、正確さを競う歴史と言え換えることができる。今こそ、「正確さ」は当然とされる腕時計だが、かつては誤差が生じるのが当たり前。1日で数分、1か月で1時間も狂うことも珍しくなかった。

「誤差ゼロ」が世界の時計メーカー共通の思い。正確さへのあくなき挑戦が、腕時計の進化をもたらした。ぜんまいを動力とする機械式時計が主流だった腕時計の世界に、一大革命を起こしたのが日本メーカー。田舎町の技術者らによる「クォーツウォッチ」が時計の常識を変えた。

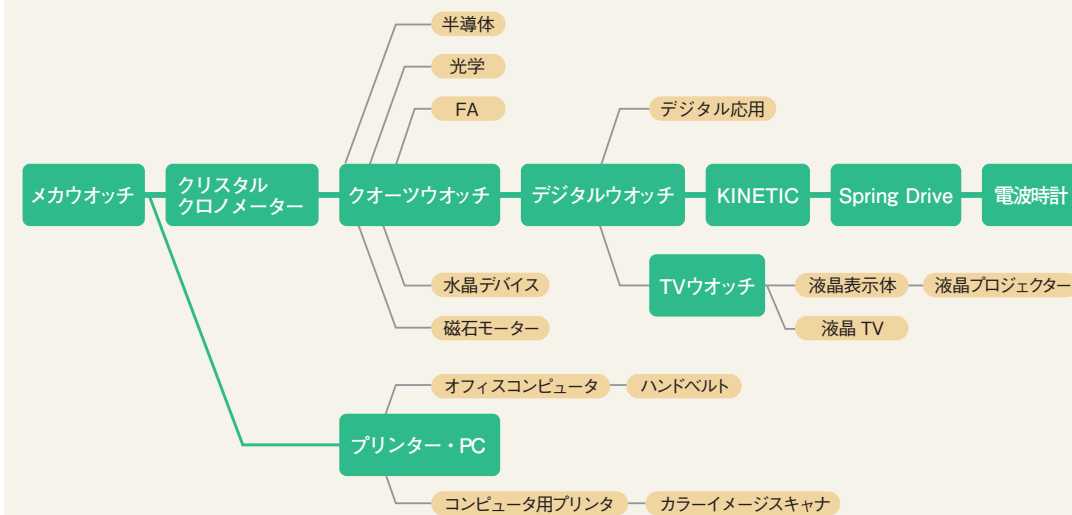
信州・諏訪地方。小説・「あゝ、野麦峠」で語られるように、戦前は製糸業で栄え、「日本一の製糸の街」を誇った諏訪地方ながら、化学繊維の登場で状況は一変。製糸業は徐々に衰退し、産業構造転換を迫られた。立ち上がったのが地元で時計店を営んでいた故・山崎久夫氏。「諏訪を東洋のスイスに」。1942年、大和工業（のちの諏訪精工舎で現セ

イコーエプソン）を設立、味噌蔵を改造した工場でわずか9人のスタッフとともに時計の組み立て事業が始まった。

山崎らの壮大なる挑戦は、時計の概念を覆し始める。1956年には当時では画期的な精度を実現した独自設計の機械式時計「マーベル」を発売。以降、日本の精度コンクールにて最高位受賞を続け、「時計の健康優良児」と評された。さらには、1968年のジュネーブ天文台クロノメーターコンクールで、機械時計総合（シリーズ）で時計王国・スイス勢を抑えて優勝し、粗悪品とのイメージが強かった「メード・イン・ジャパン」の技術力を世界に知らしめた。

1964年の東京五輪の公式計時を担当し海外でも知名度が高まりつつあった「SEIKO」を、世界ブランドに決定づけたのが、1969年に誕生した世界初のクォーツ腕時計「セイコークォーツアストロン35SQ」。時計王国の威信をかけて

時計技術の変遷



クォーツ腕時計の開発に励んだスイス勢、「世界の頭脳」と言われたベル研究所を擁し、技術開発に絶対的自信を秘めた米国勢らとの激しい開発競争において、真つ先にゴールテープを切ったのが「SEIKO」だ。直径わずか3センチという小さな空間に、水晶や集積回路、モーターといった309個の部品を詰め込み、はんだ付け128か所という気の遠くなるような開発作業をこなした結果だった。当時のニューヨーク・タイムズに掲載された「超精度の水晶時計の商品化に日本が圧勝」との記事には、日本への賞賛が込められていた。クォーツ腕時計での勝利は、その後、自動車や家電製品で「ダウンサイジング」で世界を席巻した日本メーカーの先駆的出来事といえるだろう。

クォーツ式腕時計は世界の標準となり、今では腕時計の生産数量の98%でクォーツ式が採用されている。クォーツ技術は腕時計だけにとどまらず、携帯電話やパソコン、家電などさまざまな分野で応用されているが、「時計の革命」が今日、様々な技術革新の基礎になっている。

機械式、クォーツ式と変遷した腕時計の歴史に今、新たな革命が起こり始めている。「スプリングドライブ」と呼ばれる技術の登場である。ぜんまいのほどこける力を動力源に、水晶振動子によって精度を制御する。電池や充電池を使わずに、クォーツ式と同等な高精度を実現するのが、セイコーエプソンが開発したスプリングドライブで、同社では「第三のエンジン」と位置付けている。

国産初の腕時計「ローレル」を服部時計店が1913年に発売してから今年でちょうど100年を迎える。精度への探求は間断なく続けられており、今では地球上の全39のタイムゾーンに対応し、GPS衛星からの電波によって現在時刻を取得するソーラーGPSウォッチ「セイコーアストロン」も商品化されている。時をより正確につかむという「原点」を究めながらも、新たな時計で「頂点を目指す」という「創造と継承」が密接に絡み合いながら、「夢の時計」づくりが今日も繰り広げられている。

腕時計の歴史

- 1900年 オメガが腕時計を商品化
- 1913年 服部時計店が日本初の国産腕時計「ローレル」を発売
- 1926年 フォルティスが世界初の自動巻き腕時計を開発
- 1958年 ハミルトンが世界初の電気式腕時計「エレクトリック」を発売
- 1969年 SEIKOが世界初のクォーツ式腕時計「アストロン」を発売
- 1970年 ハミルトンが世界初のデジタル表示式腕時計「パルサー」を発売
- 1982年 SEIKOが世界初のテレビ付腕時計を発売
- 1990年 ユンハンスが世界初の電波式腕時計「メガ1」を発売
- 1993年 シチズンが世界初の多局受信型電波時計を発売
- 1999年 SEIKOが機械式とクォーツを組み合わせた「スプリングドライブ」を発売
- 2012年 SEIKOが全世界39のタイムゾーンに対応したソーラーGPSウォッチを発売



▲ローレル



▲アストロン

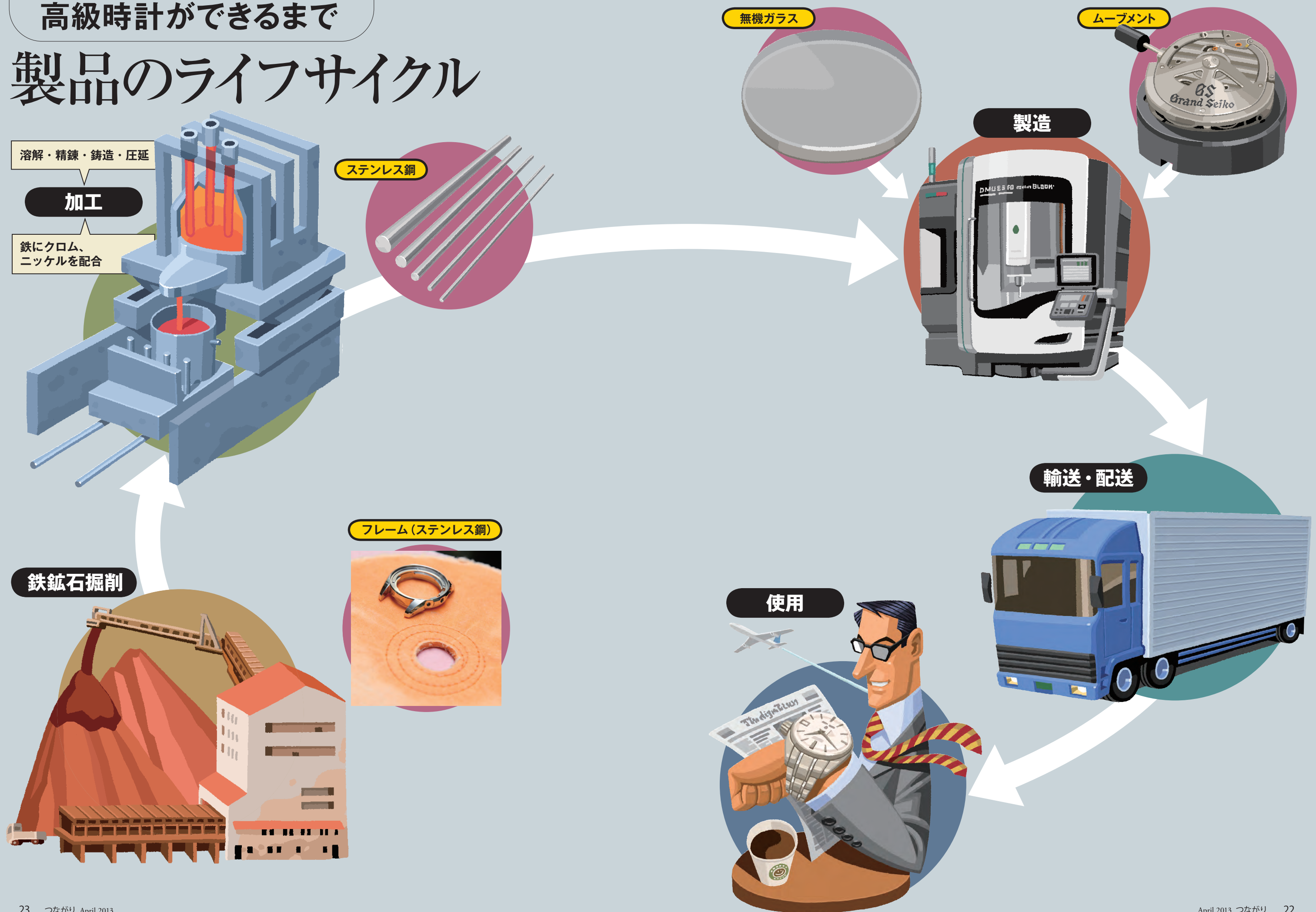


▲東京五輪で使用されたクロノメーター



▲ソーラーGPSウォッチ「セイコーアストロン」

高級時計ができるまで 製品のライフサイクル



製品のライフサイクル およそ300に上る部品の原料を辿る

どんな製品にもライフサイクルがある。製品の原料となる資源を「加工・変換」することで原材料が生み出され、原材料はプレス機などさまざまな工作機械や工具、熟達した技能、いわゆる「匠の技」による「加

工・製造」の工程を経て、最終消費者に「輸送・配送」される。顧客に愛され活用された商品はやがてその使命を終え、廃棄される運命を辿る。しかし、製品の一生はそれだけでは終わらない。廃棄物の一部は回収さ

れ、新たな原材料として再び、製品としての役割を見出される。すべての製品はライフサイクルの中で輝き続ける。
腕時計は様々な部品で構成される。ムーブメントを守るケース素材には

ステンレススチール（ステンレス鋼）が一般的に用いられる。1950年代は、加工しやすい黄銅（真ちゅう）が用いられていたが、現在はステンレス鋼に加え、軽くて硬いセイコー独自のチタン系素材ブライトチタンが採用される機種も増えている。
ステンレス鋼は、鉄にニッケルとクロムを配合した合金を指す。耐食性を高める元素を添加するため、製造方法は普通鋼とは大きく異なる。溶解・精錬・鑄造という製鋼工程を経て、熱間圧延、あるいは冷間圧延の工程を経て、各種形状に製品化さ

◀ムーブメントの内部。直径わずか3センチの空間には約270の部品が詰まっている。



▶腕時計の心臓部であるムーブメント。正確な時を刻むエンジンといえる。



れる。かつてステンレス鋼は工業用素材というイメージが強く、腕時計にはあまり利用されていなかったが、強度があり、錆びにくいという特性からケースの主要部材として利用されている。

ステンレスといえば錆びにくさが強くイメージされるが、その秘密は鉄にクロムを添加することで表面に薄い、不動態被膜といわれる酸化皮膜が作り出されることがポイント。この皮膜によって外部との反応が避けられるため、耐食性が増し、錆びにくい金属になる。腕時計のほか、指輪やネックレス、カフスといった装飾品に加え、ナイフやフォーク、鍋などの食器、自動車部品、家電製品など幅広い分野で採用されている。ステンレス協会によれば、ステンレス鋼の需要は拡大しており、この50年間で生産量は30倍に達しているという。

また、最近注目されているブライトチタンは、金属アレルギーを起こしにくい素材として、高級モデルを中心に採用される機会が増えている。ステンレスの約6割の重量で軽量化が実現する一方で、硬度は純チタンに比べ約2倍という優れた素材である。加工で仕上がり美しいという利点も、高級モデルで採用される理由

のひとつだ。

腕時計の革命を起こしたクォーツ（水晶）も極めて重要な部品である。クォーツは石英で二酸化ケイ素（SiO₂）が結晶してできた鉱物で、1920年代にはクォーツを利用した時計が発明されている。水晶は圧電体の一種であり、水晶に電気を通すと毎秒数千回の振動を繰り返す特性を時計の動力源に活用した。能動素子に真空管を使用していたため、時計本体は洋服タンス以上の大きさに成らざるを得なかった。腕時計に利用するには、小型化や省電力化、耐震性が最大の課題といえた。

水晶、回路、モーターそれぞれを小型化しない限り、クォーツ腕時計は生まれえないが、最大のネックは水晶の小型化だった。水晶は20ミリの下にすることが求められたが、水晶を短くすると振動数が増え、その分、電気を消費する欠点があった。試行錯誤していた諏訪精工舎の若き技術者だが、時計とは無縁の製品からヒントを得る。ギターの調律に使う音叉だ。音叉のU字型を見た技術者は、水晶をU字型に加工することを決断する。

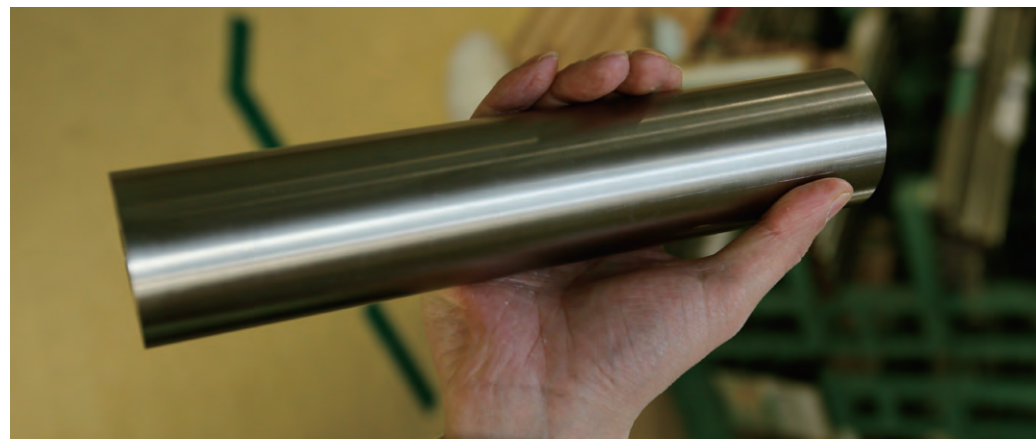
水晶にUの字型の切り込みを入れれば、同じサイズでも長さは2倍。電池は2倍もつ計算だ。音叉型の水



▶腕時計づくりに革命をもたらしたクォーツ（水晶）。この鉱物が腕時計の歴史を変えた。

晶振動子の開発で、小型化・省電力化の高いハードルは克服された。一方、耐震性でも水晶にバネをつけて浮かせることで、激しい動きでも破損することがない設計を実現。「ク

ォーツ・ショック」「クォーツ革命」と世界で絶賛された初のクォーツ腕時計は、技術者のあくなき探究心や知恵、高度な技術力、優れた素材の結晶といえるだろう。



◀ケース素材に利用されるステンレススチール。強度と錆びにくさが特徴だ。

製品のライフサイクル

高級腕時計Grand Seikoができるまで

東洋のスイス・諏訪地方の隣に位置する長野県塩尻市。セイコーの高精度クォーツ、スプリングドライブを搭載する高級腕時計は、自然豊かなこの地で生み出されている。セイコーエプソン塩尻事業所では、ムーブメントの設計開発から部品の製造、組み立て、検査を一貫体制で実施する「マニファクチュール」の拠点として、「信州 時の匠工房」を設置している。高級腕時計の製造には熟練した技術が不可欠だが、「時の匠工房」はさながら、時計の技能集団。匠たちの卓越した技能と誇りが一つひとつの時計に刻まれている。匠の技が生かされる高級腕時計はどのようにつくられるのか。同社の高級モデル「グランドセイコー」の製造工程を見てみる。



文字板製造

模様加工

まずは模様加工と呼ばれる工程から始まる。これは時計の文字板に深みのある模様をつける作業。真ちゅうである文字板に銀メッキを施した後、に、やわらかいブラシで磨き、繊細な放射目（圧銀放射）をつける。

模様加工後は直ちにグリセリン液に浸けられ、変色を防ぐ。研磨に費やされる時間は季節や気候によって変えられ、ちなみにこの日は1枚につき58秒。奥行きのある模様にはきめ細かい作業が欠かせない。



▲グリセリン液に浸けられた文字板。変色を防ぐ。

▶「時計の顔」になる文字板。銀メッキを施した後にブラシで磨き光沢を出す。

略字カット工程

時計の文字プレートに植え込む略字をつくる。略字を丸いドラムに貼り付け、ダイヤモンドの刃物で表面を薄く削っていく。数ミクロンという微細な加工が求められる。顕微鏡を見ながらの作業が強いられる。グランドセイコーの略字は、最大で9面

にダイヤモンドカットを施すため、略字が美しくかつ見やすいのが最大の特徴。ちなみにグランドセイコーの略字のカット角度は22・5度が基本。この角度がもつとも光を受けやすく、見やすいからだという。



▲丸いドラムに貼り付けられた略字を薄く削る。微細な加工だけに職人の技が光る。

▲時計の文字板に植え込む略字。ダイヤモンドの刃物で表面を削る。

▲文字板に取り付けられた略字。美しさと見やすさを追求している。

印刷工程

グランドセイコーの顔である文字板に、目盛りや文字の印刷を施す。くつきりと文字を描き出すため、側面パット印刷を用いている。原板にインクを塗り、余分なインクをヘラで取り除いた後に、ゼラチン質の「ルーラー」にインクを移して転写する。長年の経験上、シリコン製のルーラーより、ゼラチンの方が肉盛り感を表現できるという。



▲側面パット印刷。原板にインクを塗り、余分なインクをヘラで取り除く。

▲文字板に目盛りや文字の印刷を施す。ゼラチン質のルーラーで肉盛り感を表現。

植字工程

ロゴや略字を文字板に固定するのが植字工程だ。字には脚が2本あり、この脚を文字板のわずか0・2ミリの穴に差し込み、裏側から固定する。極めて慎重な作業が求められる。取り付けの際、文字板の表面に傷をつけると不良品になってしまう。失敗なく、一度で取り付けられる熟練の技が生かされている。



▶ロゴや略字を文字板に固定する。手作業で慎重に取り付けられる。

▼わずか0.2ミリの穴に脚を固定する。



ケース加工



▲ひとつずつ丁寧に手作業で加工される。重厚感あるケースづくりに不可欠な作業だ。

文字板の製造と平行しながら、ケース加工も同時に進められる。ケースはステンレススチールが原料となるが、セイコーエプソンの独特の加工技術を駆使し、面のきれいな重厚感のあるケースを作り出していく。



▲ケースの表面を磨く。職人の経験と感覚が試される工程だ。

ザラツ研磨工程

ケース研磨工程は大きく4段階に分かれる。「板掛け」「ザラツ研磨」「バフ研磨」そして「筋目付け」だ。板掛けは女性の下化粧のようなもので、砥石をつけた円盤にケースを押しつけながら側面などの形を整える作業。この工程の次に待ち構えるのが、世界でもあまり見かけることが少なくなった「ザラツ研磨」だ。

ケースの側面を走るシャープなミラー面。グランドセイコーの「美しさ」はケースの高度な仕上がりの中に見て取れるが、この美しさを実現しているのは「ザラツ研磨」と呼ばれる加工だ。ザラツとは、かつて存在したスイスの工作機械メーカーの名前に由来し、現在同技法を守り続ける他の時計メーカーはほぼ皆無。

セイコーエプソンの高い技術力を示す一例だ。

ザラツ研磨は高速回転する金属板に研磨紙を張り付け、これにケースを一定の角度で押しつけながら、曲面や平面を磨き上げていく高級仕上げ技法。ケースの上・側面には鏡のような平滑な面ができる。面と面が接触する音や面を当てる角度を、職人が判断しながら仕上げるという職人技が生きる分野だ。

ザラツ研磨を終えると、次はバフ研磨。バフに研磨剤を入れてケースを押し当て、最終的な鏡面仕上げができる。最後がヘアライン（梨地）状の加工を施す筋目付け。こうして重厚感と美しさを兼ね備えたケースがつけられる。



▲セイコーエプソン独特のザラツ研磨。曲面や平面を磨き上げる高級仕上げ技法だ。

かな磨き工程

セイコーエプソンの高精密なものが、垣間見えるのが、「かな磨き」という工程だ。ムーブメントの主要部品となる歯車（かな）の螺旋の溝を磨く作業。かなを磨くのがブナの木。かな研磨にはブナが一番適しているという。

歯車をきれいに磨き上げておくことで、エネルギーロスを少なくし、ぜんまいの持続時間を長くする効果があり、また歯車の耐久性も格段に向上する。吹けば飛ぶような微細な部品にも、最高の仕上げを求める同社の姿が見て取れる。

▲歯車（かな）の螺旋の溝を磨く。研磨にはブナの木が用いられる。



▶歯車を磨くことで、エネルギーロスを少なくし、ぜんまいの持続時間を長くする利点がある。

ムーブメントの組み立て

ムーブメント組み立て

グランドセイコーの心臓部であるムーブメント。およそ25℃の室温が保たれるクリーンルームの中で、品質を重視した組み立て作業が続けられる。同社の特徴は、1人の職人が1つのムーブメントを責任もって組み立てること。分業制は採用せず、精度をその都度チェック・補正しながらスプリングドライブをつくり出している。

ムーブメントは約270の部品で構成されている。直径3センチ、厚さ1センチという小さな空間づくりにおいて、職人は扇型につくられた特性パレットを手元に置き、必要な部品をひとつずつ組み込んでいく。ムーブメントの歯車が正確に回るよう、

ほんのわずかな隙間（あがき）をつくり出すのもこの工程。ピンセットや精密ドライバーなどの工具を自由自在に使いこなし、100分の1ミリの世界を手の感覚で調整していく。油の注入には「注油器」が使われ

▶職人の手元には扇型の特性パレットが用意され、数多くの部品を効率よく取り付けていく。



▲25℃に設定された室内で、一人の職人がひとつのムーブメントの組み立てに責任を持つ。



服部時計店（現セイコーホールディングス）が日本初の純国産腕時計を発売して今年でちょうど100年を迎えます。この間、時計づくりはどのように変化しましたか。

樋口 正確さ・美しさ・見やすさ・使いやすいさ・長く愛用できるという5つのコンセプトは不変です。これが腕時計の本質であり、このスピリットは変わることがありません。

しかし現在、ものづくり力だけでは高級腕時計を育てることができません。商品の企画、デザイン、販売を含めトータルで商品づくりを考える時代です。実際、モノづくり現場から提案し、商品化された腕時計は消費者に受け入れられ、販売面でも好調です。

樋口邦彦氏 セイコーエプソン ウォッチ事業部W生産部部长に聞く

世界でも珍しい生産の一貫通体制を堅持しています。

樋口 世界初のクォーツ腕時計開発当時、腕時計用の水晶や半導体を開発・製造してくれるメーカーは無く、結局、自社で生産することを決断しました。振り返ってみて、この決断は正しく、多品種にも対応できる加工方式など、社内で創意工夫する仕組みが構築できたことが重要で、今では時計だけでなく、さまざまな製品に応用されており、企業としてかけがえのない力になっています。

匠の技をどのようにに伝承していきますか。

樋口 腕時計づくりは経験がものをいう世界で、技能伝承は大きな課題です。幸い、わが社の『時の匠工房』には、『現代の名工』をはじめとする優秀な職人が数多く存在し、工房の中で技能を習得できる環境があります。職人の感覚が問われるザラツ研磨にも若い職人を入れながら、技能伝承を進めています。時間はかかりませんが、確実に次世代につなげていこうと思っています。

TOPICS トピックス

ミニッツリピーター 日本の美を追い求めた「夢の時計」

セイコーには、高級ブランド「グランドセイコー」とは異なる視点で美術工芸的な価値を追求した「技術の結晶」といえる商品が存在する。「クレドール ノード スプリングドライブ ミニッツリピーター」と名



製造された「夢の時計」。日本の美意識が随所に盛り込まれている。

付けられた腕時計で、セイコー創業130周年を記念して2011年に発売された。

希望小売価格が3,465万円という値段もさることながら、この時計には匠の技と世界最先端の技術が随所に盛り込まれている。そのひとつがミニッツリピーター機構だ。

ミニッツリピーターとは、鐘を打って時刻を知らせる機構。8時位置にあるボタンを押すと、2種類のハンマーが2種類のゴング（鐘）を打ち、音色とリズムの組み合わせで現在の時刻を知らせるという仕組みだ。製造の難易度の高さから、機械時計の「3大複雑機構」のひとつに位置づけられている。ちなみにゴングには、鍛冶師で明珍家第52代当



鐘を打って時刻を知らせる。鐘の音色は明珍宗理氏が特別に作り込んだ鉄材が使われている。

主・明珍宗理（みょうちんむねみち）氏が代々伝わる技能で鍛造し、同製品のために特別につくりこんだ鉄材を使用している。

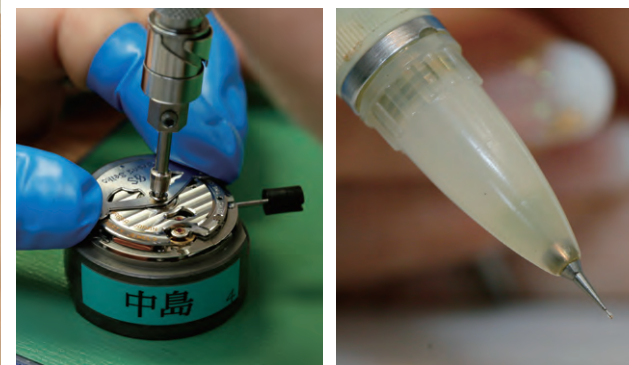
駆動はスプリングドライブで、静寂な時の流れる中で涼やかな音色で時を告げ、目と耳で楽しむだけでなく、心にも響く、日本の美意識を具現化した「夢の時計」である。



▲270の微細な部品をひとつずつ、ピンセットを用いて取り付けしていく。



▲組み立てが進むムーブメント。



▲右：部品の取り付けでは職人が精度をチェック・補正しながらの作業が続く。
左：油の注入。ムーブメントのおよそ100カ所に注油する。



◀正確かつ盤面にキズをつけないような慎重な作業が求められる。

▼針の取り付けは時計づくりの「最後の関門」。均等な間隔で針がセットされる。



ムーブメントに文字板を取り付けた上で、秒針や分針などの針をセットする。針の取り付けは時計づくりの「最後の関門」。時・分・秒という3本の針は0・2ミリの間隔で平行に取り付けられる。正確に傷を一切付けることなく取り付けられることは、熟達した匠の技そのものである。

▶組み上がった時計は最終検査に。さまざまな品質検査が実施される。

▼最終検査を経て完成した腕時計。出荷を待つ。



針位置や日送りのタイミング、りゅうずの回し感、針が正確にセットされているかなど、組み上がった時計にはすべて厳格な品質検査が実施される。防水検査もその一環。最終的にバンドが付けられ、最終検査を経て高級腕時計は完成。出荷される。世界有数のマニファクチュールと匠の技が、セイコーエプソンのものづくりを支えている。

（取材協力・写真提供）
セイコーエプソン、セイコーウォッチ

取り付け

検査