

研究会報告

日本人初の独立時計師による腕時計制作工程の紹介

講師 菊野 昌宏 独立時計師

参加者 正会員 12名, 賛助会員 14名, 学生会員 1名

カシオ計算機(株) 1名(正会員)

シチズン時計(株) 10名(正会員, 賛助会員)

セイコーインスツル(株) 6名(正会員, 賛助会員)

セイコーエプソン(株) 2名(正会員, 賛助会員)

セイコークロック(株) 1名(正会員)

リズム時計工業(株) 1名(正会員)

盛岡セイコー工業(株) 2名(賛助会員)

東京大学 1名(正会員)

千葉工業大学 1名(学生会員)

その他 2名(正会員)

司会 重城 幸一郎 セイコーインスツル(株) 時計設計部 開発グループ

第1部 講演

1. 講師紹介

1983 年 北海道生まれ

2001 年 高校卒業後、自衛隊に入隊.

自衛隊の先輩が持っていた機械式時計を見て時計の仕組みに興味を持つ.

2005 年 ヒコ・みづのジュエリーカレッジ
WOSTEP コースに入学

2008 年 同校を卒業. その後、研修生として
同校に在籍

2010 年 同校の講師助手としてウォッチコースで指導

2011 年 日本人初のAHC I（独立時計作家協会、通称アカデミー）準会員

2012 年 ヒコ・みづのジュエリーカレッジを退職. 現在は時計製作に専念



2. 機械式時計との出会い

高校卒業後の進路を決めかねていた時、友人に誘われ、自衛隊の見学会に参加、自身のやりたいことが見つかるまでと考え、自衛隊に入隊。入隊後しばらく経ったある日、先輩の購入した機械式時計に触れ、その価格に驚愕、その反面、なぜそれほど高いのかに興味が生え、時計雑誌に目を通すようになった。これらの雑誌を通じて、機械式時計の奥深い世界に触れることで、興味が高じ、人生初の機械式時計を購入。自衛隊での過酷な使用環境（例えば、 -20°C にもなる厳寒の北海道での屋外訓練など）でも問題なく作動することを確認し、改めて機械式時計の良さを実感。より深く時計の世界を知りたいと考え、自衛隊を除隊し、専門学校ヒコ・みづのジュエリーカレッジ WOSTEP コースに入学した。

3. 独立時計師への道

時計専門学校に入学し、時計の理論、修理実技を学び、充実した日々を過ごしながら、何か物足りなさを感じていた。一方、国内の時計メーカーへの研修旅行、さらには、スイス時計学校での研修や時計メーカーへの訪問などを通じ、時計メーカーの持っている大規模かつ高性能な生産設備を見て、時計製造と修理の間にある溝の大きさに改めて気付かされた。

そんなある日、東芝の創業者で「東洋のエジソン」と称された江戸末期の天才職人・田中久重が作り上げた機械時計の最高傑作「万年時計」の分解・復元調査に挑んだ記録をTV放映で視聴。

これを見たことで、機械が無かった昔の人でも小さく正確な歯車を作ること出来たことに大きな感銘を受け、それならば、自分でも出来るのではないかと考え、時計制作を決意、就職活動がうまく行かなかったこともあり、卒業後、研修生として時計制作を開始した。

このような状況で、時計に関する様々な構造を調査している時に、田中久重の万年時計でも使われていた和時計の不定時法表示機構である自動割駒式文字盤機構に関する資料を入手し、これを小型化し腕時計サイズにする開発に着手し、無事完成させることが出来た。

この時の実績・能力を認められ、ウォッチメーカーコースの講師助手として就任できた。

その後、ヒコ・みづのジュエリーカレッジを訪問された Philippe Dufour（フィリップ・ディフル）氏に作品を紹介する機会に恵まれ、それをきっかけにスイスにある氏のアトリエを訪問。その時に、「君は、この先どうするつもりだい？」との質問に、「自分で作った時計を販売して生計を立てたい」と答えた。すると、ディフル氏から、「推薦するからバーゼルで時計を発表してみないか？」との誘いを受け、快諾した。結果、氏と現会長の Philippe Wurtz 氏 2 名の推薦を受け、独立時計師のブースで作品を展示することとなった。

いろいろなタイミングがうまく重なり、このようにして独立時計師となった。

4. 独立時計師とは

Académie Horlogère des Créateurs Indépendants（略称 AHCI、アカデミーとも呼ぶ）は、独立時計作家協会のことであり、1984 年に Andersen Svend（スヴェン・アンデルセン）と Calabrese Vincent（ビンセント・カラブレーゼ）の二人によって設立された。

その設立目的は、時計メーカーに比べ圧倒的に資金の少ない個人時計師達が資金を出しあうことで、独創的な発表の場を持つことであり、初の展示会が 1985 年に行われたとのこと。

会員の条件は、以下の 2 点

- a) 既存の企業に所属すること無く、独創的な時計を製作していること
- b) 現役会員 2 名の推薦が必要（慣習的に、バーゼルフエアに持込、次年度に入会可能かを審査）

これらの条件を満たした人が理事会で承認されると会員となることができる。

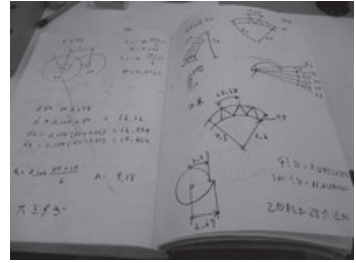
なお、いきなり会員にはなれず、準会員→会員というステップを踏み、大きな時計展示会に 3 回発表することが、ステップアップの目安とのこと。

実際に、AHCI の会員になってみて感じたことは、ヨーロッパが中心となるが、国籍も様々なため、色々な言語が飛び交っている中でも、非常にアットホームな雰囲気であるということ。例えば、バーゼル開催期間中は、毎日、閉館後にワインで酒盛りするような本当に楽しい人達で、懇親会などでも非常に温かく迎えてもらえた。

5. 時計製作工程の紹介

a) アイデア

菊野氏の時計制作はインスピレーションから始まる。具体的には、色々なことに興味を持ち、常に時計に活かさないかを考えている。そして、その閃きを書き留めておくため、常に愛用のペンとノートをいつも持ち歩いている。



b) 設計

アイデアを基に、デザインやメカニズムを二次元CADで具現化する。

c) 制作

実際に加工に使用している工作機器を、その使い方を交えながら説明。

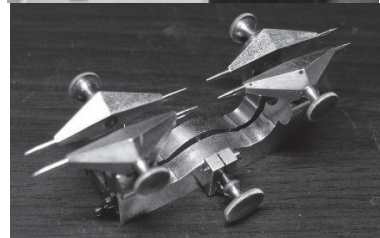
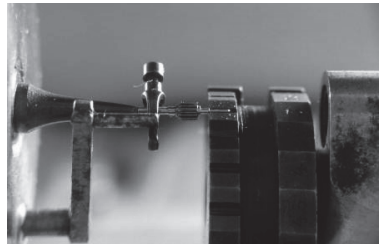
時計旋盤

主に歯車、ピンなどの棒状の部品加工に使うが、特殊な治具を取り付けることで、地板・受の穴明けなどにも使用する。

特殊な治具の例として、歯車の軸を磨くための溝がついたドラムとして、ジャコドラム（ジャコツールとも言う）と板状の部品を加工するために使用する面板を紹介した。

フライス

地板・受などの板状の部品を加工するための工作機械として、穴明けや部品の逃げサライ加工などを行う。地板に歯車が入る穴を明ける際には、最初にデプスツールと呼ばれる工具を使い、実際に2つの歯車を噛み合わせ歯車の適切な噛み合い位置を調べ、その間隔を地板・受にけがく。加工後は、エスケープメントツールと呼ばれる工具を用い、地板に歯車をセットし、歯車の噛合状態を確認、適正な位置に加工出来ているかを確認する。



精密加工用やすり，糸鋸

レバーやばね部品，針など，フライスでは加工出来ないような形状の部品は，糸鋸により外形を切り出す。その後，精密加工用のやすりを使用し仕上げる。

また，やすりは，地板や受の面取りや側面の仕上げなど



にも使用する。

6. 実際のツールビヨン制作例紹介

ツールビヨンとは、てんぷを回転させることで、重力影響を平均化し、精度を向上させる機構であり、今回の講演では、この機構に使われるいくつかの部品について制作詳細の紹介を受けた。



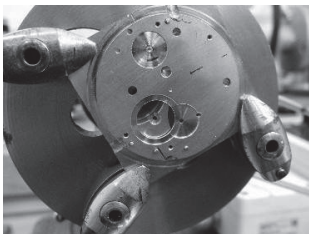
a) 地板・受の作り方

最初に、旋盤を使い地板に穴を明ける。明けた穴が正しい位置にあるのかを、エスケープメントツールを使い、実際に歯車を回転させて確認する。

次に、受にも地板と同じ位置に穴を明ける。そのためには、まず、旋盤に面板を取り付け、そこに、穴の開いた地板と穴が開いていない受を、重ねた状態で面板に固定する。この状態で、長い棒を使った位置ずれ量拡大治具を用いながら、ずれが無くなるまで受の位置を調整し、その位置を保ったまま、旋盤で受に穴を明ける。

その後、フライスを使い、地板・受に部品の逃げ形状としてのサライ加工を行う。

更に、糸鋸を使い外形形状を加工し、ヤスリで仕上げ、ペルラージュ模様付けを行い完成する。

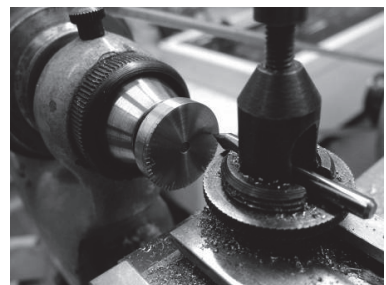


b) 小物部品の作り方

かんぬき、裏押さえ、こはぜなど小物部品についての加工方法は、はじめに、糸鋸を使って部品を切り出す。この時、薄いばね部品などは、加工による変形をしないように、予め補強板に接着をした上で加工する。その後、ヤスリを使って表面を滑らかにした後に、焼入れ、焼戻しを行う。これは、部品の変色具合を見ながらの加工になるので、タイミングが難しい。最後に、ダイヤモンドペーストと錫板を使用して表面を磨き上げ、完成する。

c) 文字板・針の作り方

ツールビヨンモデルの文字板制作では、文字板のベース



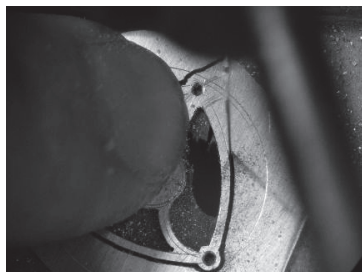
となる円盤に、旋盤を使い、60 分割した目盛を入れる手作業で削っていった。

また、針は、糸鋸で外形を切り出し、その後、蓄光塗料を入れる部分に穴明け、最後に蓄光塗料をその穴に入れ、乾燥させて完成。

c) キャリッジの作り方

地板・受と同様に、面板を使いながら旋盤により高精度に位置合わせをしながら穴を明ける。その後、フライス盤を使い、外形形状を粗加工し、旋盤により引き出しピンを 3 本削り出す。

ある程度形になったところで、穴位置の確認をデプスツールでチェックした後、糸鋸を使い、窓抜きをし、ヤスリで仕上げながら、アンバランスの修正をしていく。



d) 手作業による仕上げ

高級時計には欠かせない加工として、仕上げ加工についての解説があった。

梨地仕上げ

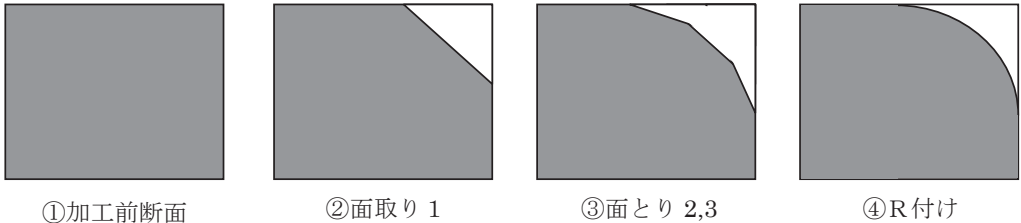
直径 1mm ぐらいの金剛砂（ガーネット）を水と一緒にすくい、1m ぐらいの高さから落下させることで、表面に微細な凹凸をつける。

ペルラージュ仕上げ

ゴム砥石を加工物に押し当て、うろこ状の連続模様を仕上げる加工方法。どうしても目づまりするため、様子を見ながら加工していくことがポイント。位置は、目見当でスタンプしていくが、この時にひとつ前の模様を次の模様がキチンと消していくことが見た目の美しさには大切だと考えている。

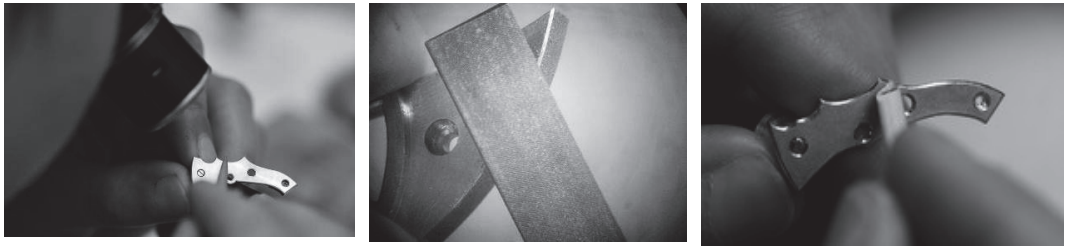


受の外形R面取り



上図①～④は、外形R面取り工程を断面図で模式的に示したもの。

図①は、加工前断面を示す。初めに、側面を、ヘアラインで仕上げる。そして、側面を 45° の面を図②のようにヤスリで加工する。その後、図③のように、 25° と 65° の2面をヤスリで追加する。さらに、磨きへらを使い、図④のようにR面に加工した後、ダイヤモンドペーストを使い、鏡面に仕上げていく。磨きは最小限にしないと、ダレてしまう。最後に、柔らかい木を使い、ダイヤモンドペーストを拭き取り完成。

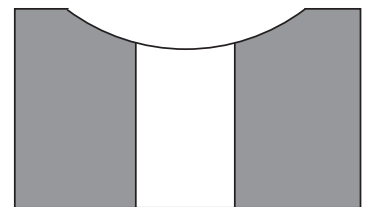
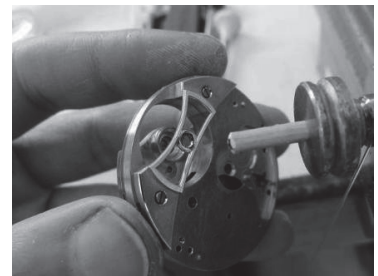


穴の面取り

輪列受など穴石などが圧入される穴の面取り部分の仕上げについて、工程の解説があった。

初めに、旋盤を使い面取り部分を右下図のようにR形状に加工する。その後、右上図のような旋盤に似た機械を用い、仕上げを行う。この機械は、弦を張った弓を用い、軸に取り付けられたプーリに弦を押し当てながら手動で回転させるものである。

磨きを行う部分は、木を用い、前述した受の外形R面取りと同様に、ダイヤモンドペーストを使い仕上げていく。ここで治具となる木の先端は、正確にR形状と合致させておかないと綺麗に仕上がらない。



穴面取り部 断面模式図

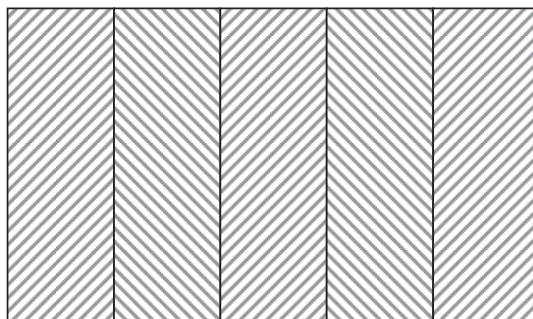
なお、穴の面取りをR形状に仕上げるのは、この仕上げが、通常の斜面形状のものよりも見

映えがするからである。

杉綾模様仕上げ

オリジナルの模様付けである杉綾模様付けについて説明がされた。

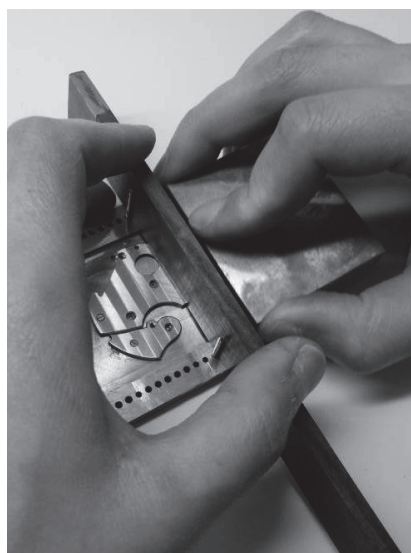
杉綾模様とは、右上図のように方向の違う斜めの模様が交互に並んだものであり、ニシンの骨に似ていることから、英語では、ヘリンボーンとも呼ばれる。



加工方法としては、右下図にあるように、上下に穴の開いた治具に品物を固定した後、上下の穴にピンを立て、ピンに接するように木の定規を押し当てる。そこに、ダイヤモンドラッピングペーパーを貼りつけた黄銅製のブロックを使い、模様をつけたい方向に平行に数回往復する。

模様がついたところで、ピンの位置をひとつずつずらし、先ほどとは逆の方向に模様をつける。

これを繰り返すことで、斜めの模様が交互に並んだ杉綾模様が仕上がる。



第2部 質疑応答

(問) 年間の生産数量はどのくらいなのか？

(答) 2012年に制作したトゥールビヨンの例では、3本同時に加工を手がけたが2本しか完成していない。

(問) 作成期間はどのくらいなのか？

(答) 毎年バーゼルに新作を出品するので、ほぼ1年でアイデア検討～制作終了までのサイクルとなっている。

(問) 日本製の時計とスイス製の時計との違いとして何を感じるのか？

(答) 日本製の時計は、精度、壊れない、安価など誠実なモノづくりを感じるが、スイス製のような個性を感じない。

(問) 日本のメーカーに期待することは？

(答) どのメーカーも十分実力があるので、複雑な時計などの高級時計を作って欲しい。

(問) 今後はどのようなものに取り組んでいくつもりなのか？

(答) 和(＝日本的なもの)を意識できるものなどの独創的な製品を作って行きたい。また、将来的には、独立時計師を目指す若者のサポートが出来るようになりたい。

(問) 技術的に難しい工程は？

(答) 図面を作るということに慣れていないため、設計図面を作成することが難しい。また、てんぷ、ひげの調整は難しい。一方、実際の加工は、やり方を見つけられれば、そんなに難しいものではない。最も難しいのは、すべての工程を一人で全部やることだと思う。

(問) 仕上げでこだわっている点は？

(答) 面取りの仕上げレベルについては、ディフル氏の仕上げを目指している。一方、模様付けについては、あまり選択肢が無いというのが実態だと思う。その中でも、変化を持たせるために、梨地仕上げについては、ジュエリーの伝統的な方法を採用し、杉綾模様は、ジョージ・ダニエルズの本に記載してあった方法を改良するなど工夫をしている。

(問) 時計を作るにあたって大事にしていることは？

(答) 自分の製品は、手作業で加工していることが、他との最大の差別化である。つまり、モノを作り上げる工程が一番の魅力で、製品だけではそれが分からない。このため、購入者には、制作工程が分かるような冊子を作って渡している。

(問) 独立時計師として不安なことはあるのか？

(答) 作った時計が売れないと、食べていけないことが不安ではある。一方、オーダーとして特注時計を希望するユーザーもいるが、自分がやりたいことが出来なくなるというジレンマがある。ただ、暫くは色々な機構を制作してみたいと考えている。その後、売り物になるレベルに完成度を上げて行きたい。

(問) 歯車、てんぷなどの加工はどうしているのか？

(答) 基本的に、スイス製の製品や昔のデッドストックなどを流用している。また、必要に応じて、追加加工をしている。例えば、天真については、炭素鋼の丸棒から削り出しをしている。

以上

解 説

「時計技術解説」クォーツ時計

—Ⅲ. モーターと指針表示—

長 尾 昭 一 *

1. はじめに

前回は、水晶発振器と電子回路によってモーター駆動信号が作られ、正確な時間間隔で出力されることを説明しましたので、ここでは、モーター駆動信号によって動作するステップモーターと、その動きを指針に伝える輪列機構について解説します。

ほとんどのクォーツ腕時計は、後述のステップモーターを搭載していますが、最初の頃にはいくつかの方式が存在しており、それがしだいに今の形に収束してきました。時計にモーターが使用されたのは、交流電源で動く同期モーターが最初だったようですが、この方式は消費電力が多くクォーツ腕時計で使用することができませんでした。ステップモーターにより秒針を1秒ステップさせることで、消費電力を飛躍的に少なくすることができ、クォーツ腕時計の実現につながりました。これらについては、過去の学会誌に記載がありますので、末尾参考文献の論文を閲覧ください。

2. ステップモーターと輪列機構の概要

Fig. 1 は、ステップモーターから指針までの機械駆動部を表した構造図です。前々号の「クォーツ時計概論」ですでに説明していますので、簡単に振り返ります。ステップモーターは、ローターとコイルとステーターで構成されており、回路からの駆動信号によってコイルが電磁石となりステーターに磁極が発生します。ローターの磁石は N/S 一対の磁極を持っていて、ステーターに発生した磁極の作用でローターが 180° 回転します。その回転は、秒針が 6° 回転するように輪列機構で $1/30$ に減速され、さらに $1/60$ に減速され分針、さらに $1/12$ に減速され時針へと伝達されます。

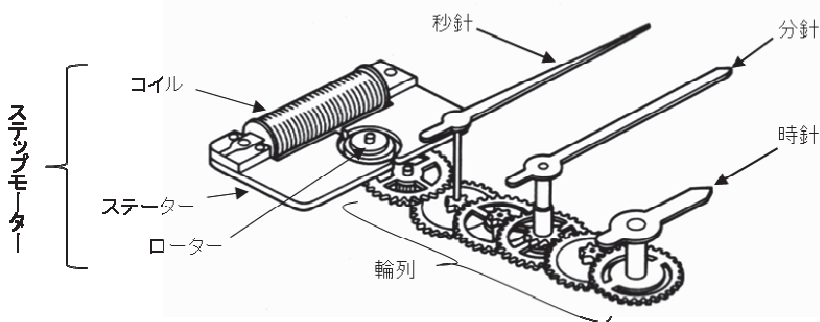


Fig.1 機械駆動部

* セイコーエプソン(株)

3. ステップモーターの動作

次に、Fig.2に沿って、もう少し詳しくステップモーターの動きを説明します。

上段の図はステップモーターを簡略化したもので、ローターはステーターの形状によって、上段左もしくは上段右の磁極位置で止るようになっています。コイルの端子①に駆動信号を与えると、コイルに電流が流れてステーターは上段左のような電磁石になります。するとステーターのN極、S極と、ローターのN極、S極がそれぞれ反発し、矢印方向にローターが180°回転し、上段右の位置でローターが停止します。1秒後、コイルの端子②に駆動信号を与えると、ステーターはN極、S極が反転した電磁石となり、ローターは同じように反発して回転します。これを繰り返すことで指針を送り続けています。

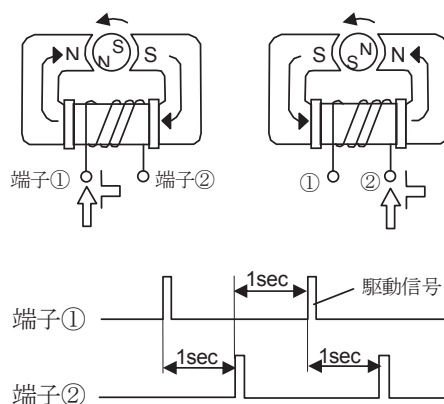


Fig. 2 ステップモーターの動作

この動作では、ステーターに対しローターを所定位置で止める必要がありますので、その方法について説明します。それは、ローターの磁石を取り囲むステーター形状を、異形にすることで行われています。Fig.3は、ステーターの穴形状を示した一例です。Fig.2のステーターは、ローターを境として左右に切断されていますが、実際は下図のように肉薄部で一体化されたものが主流です。ステーターの穴は、ローターの磁石と同軸で、2箇所に分けがけられています。切れ欠き部分には磁石の磁束が通りにくいので、結果として切れ欠き方向と直角の方向に磁極が向きます。下図に記載された複数の曲線は、磁束の流れを示したもので、磁石から切れ欠きと直角方向に磁束が流れ、ステーターとコイルコアを通り閉じているのがわかります。コイルに駆動信号を入れて発生する磁束は、最短距離を通過して磁石に流れ込み、左図の場合ではコイルコアとほぼ平行方向になるので、Fig.2と同じ磁極配置が作り出されます。

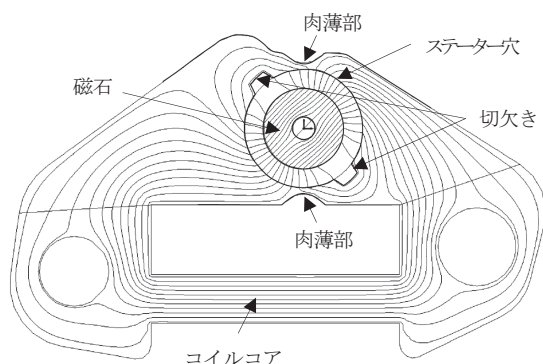


Fig.3 ステーター穴形状

補足ですが、左図切れ欠きは角形状ですが、これに限定されるものではなく半円状の切れ欠きも多く採用されています。また、ステーターの左右を肉薄部でつなぎ一体化して

いますが、これはステーター穴形状をプレスで精度良く加工できるという利点があるからです。肉薄部は磁束の通る断面積が小さく、少しの磁束で磁気飽和するとそれ以上は流れなくなるので、磁氣的に切断されているものと見なすことができます。これ以外に、見た目は同じ形状であっても、磁気を通す材料と磁気を通さない材料を複合化し、薄肉部分だけ磁気を通さない材料を使い磁気遮断しているステーターもあります。

4. 輪列機構

輪列機構は歯車の組み合わせなので、見た目は同じですが機械時計からクォーツ時計になって、増速輪列から減速輪列へと大きく変化しました。Fig.4 は機械時計の輪列構成ですが、ぜんまいの入った香箱車の1回転で、二番車（分針）が7～8回転（機種によって異なる）するような増速輪列になっていて、がんぎ車まで増速伝達されます。がんぎ車は、てんぷで間欠的に動かされるアンクルによって停止と回転を制御されるので、香箱車の回転力が常時がんぎ車まで加わっていることになります。

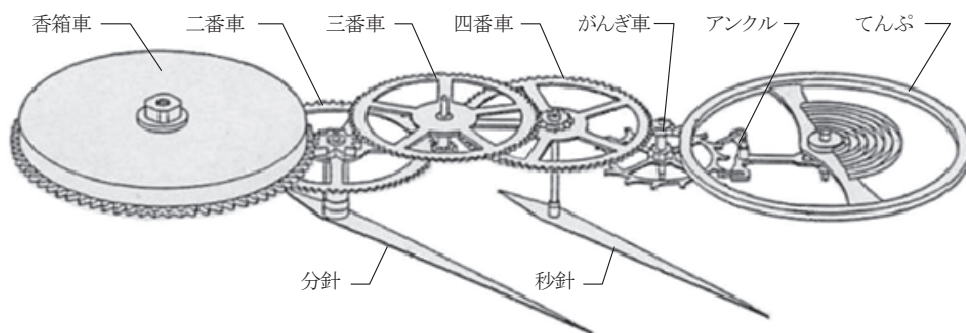


Fig.4 機械時計の輪列構成

これに対しクォーツ時計の輪列機構 Fig.1 は、ローターが停止しているとき回転力を全く受けず、この点が機械時計と異なります。1秒ステップの運針で停止している間、指針が回転しないように保持している力は、ローターが所定位置に留まろうとするコギングトルクによるものです。従って、コギングトルクによって使用できる指針の重さが制約されることになります。コギングトルクを増すほど大きく重い指針が使用できますが、コギングトルクを増加するとモーターの消費電力も増加する関係があるので、両方のバランスをとって仕様が決められます。一般論として、機械時計の方が太くしっかりした針を付けられると言われていますが、これがその理由になります。反対に、輪列の軸摩擦についてはクォーツ時計の方が有利になります。機械時計の輪列は、香箱車の回転力が常に軸受に加わり側圧の高い状態で回転しているからです。

5. ステップモーターの進化

Fig.5 は、腕時計のムーブメント厚みの推移を、当社製品の機械時計とクォーツ時計で比較したものです。1969 年（昭和 44 年）に登場したクォーツ腕時計は、当初こそ機械時計より厚かったものの、急激に薄型化が進み機械時計を遥かに凌ぐ薄さになっています。それには、時計を駆動する回路とモーターの消費電力を低減し、より小型薄型の電池に切り替えていく必要がありました。モーターの場合、当初 7~8 μ W の平均電力だったものが、10 数年で 1/10 以下に低減されています。ここでは、当社製品を例にモーターの進化について、簡単に説明します。

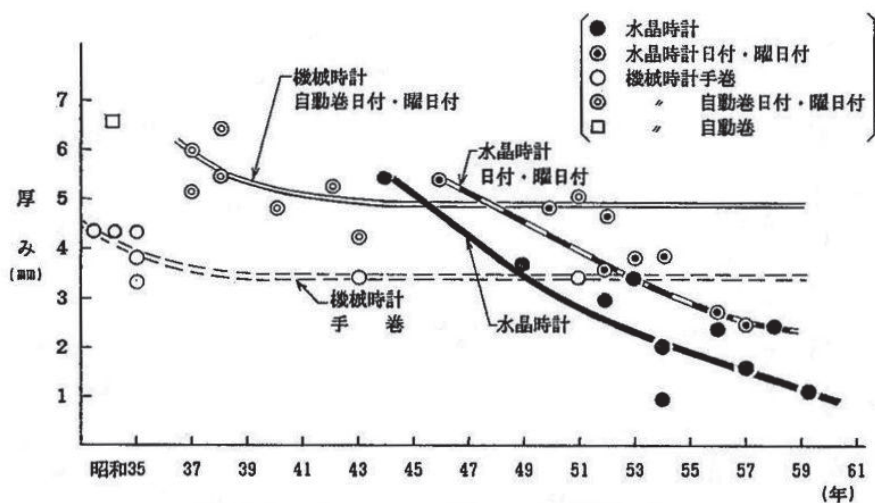


Fig.5 腕時計 ムーブメント厚みの推移 (当社製品比較)

Fig.6 は、最初のクォーツ腕時計 35SQ で使用されたステップモーターですが、ローターの回転角が先ほどの説明とは異なり、1 回の駆動で 60° 回転し、それを輪列で 1/10 に減速して秒針に伝達するものでした。現在のローターが、2 極 (N/S 極 1 対) からなるサマリウムコバルト磁石を用いているのに対し、これは 6 極 (N/S 極 3 対) の白金コバルト磁石を使用しています。駆動信号の出力時間が 30msec と長いものでした。

2 極の磁石で 1 回あたり 180° 回転するステップモーターが登場するのは、1970 年代半ばになります。駆動信号は 5~8msec になり、これによってモーター消費電力は 1/5 に低減されていきます。

1980 年代に入ると、ローターの回転状態を検出することで、駆動信号を使い分けるといった新たな駆動方式が登場し、さらに低電力化が進んでいきます。モータ

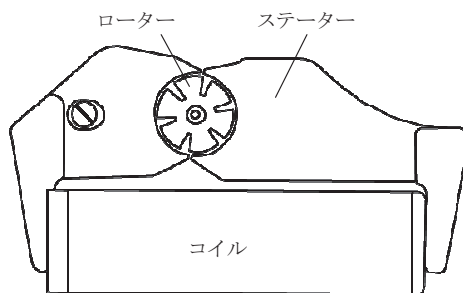


Fig.6 35SQ ステップモーター

一に加わる最大の負荷はカレンダー送りになるので、それ以上の出力トルクがモーターに要求されます。しかし、カレンダー送り以外は指針を回転させるだけなので、もっと小さな出力トルクで問題ありません。そこで、通常はエネルギーの小さな駆動信号でモーターを動かし、負荷が増加しローターが正しく回転できなかった場合には、すかさずエネルギーの大きな駆動信号を与えて確実にローターを回転させるという新たな方式が登場しました。そのためには、ローターが正しく回転したか否かの検出が必要ですが、その方法は以下のような考え方で行われています。

Fig.7 はローターの回転

検出を説明したもので、左がローターの動き、中央がコイルに流れる電流波形、右が電圧波形になります。

コイルに駆動電圧 P1 が供給されると、ローターが回転し、コイルに流れる電流が変化します。この電流波形が、正しく回転したとき

と、回りきれずに元の位置へ戻ってしまったときで違うので、この差異を検出し回転可否を判断します。この駆動方式によって、モーター消費電力はさらに低減され、現在では $0.5 \mu W$ 以下でも駆動できるようになっています。

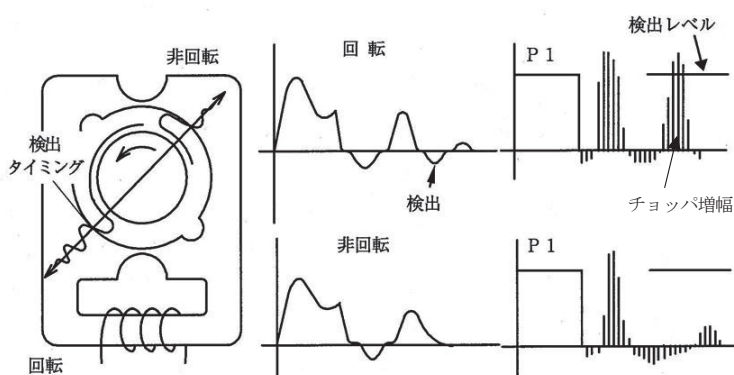


Fig.7 回転検出説明図

6. おわりに

前段のステップモーターは長く大量に生産されていますが、技術的には難易度の高いものと言えます。ローターの回転状態を安定して検出するには、機械・磁気・電気に関するばらつきを厳しく制御する技術が必要で、それは長い時計製造によって培われ確立されてきました。本稿は入門編として、できるだけ簡便な説明を心掛けたつもりですので、ご存じなかった方々に少しでも知っていただき興味につながればと思っています。

参考文献

- 相沢 進, 水晶時計の進歩と将来の展望, 日本時計学会誌 No. 41 (1967 年)
- 石川和夫, 時計用モーターの現状と展望, 日本時計学会誌 No. 83 (1977 年)
- 座談会報告, 時計用ステップ・モーター, 日本時計学会誌 No. 85 (1978 年)
- 池西正孝, 間中三郎, 時計用モーターの現状と展望, 日本時計学会誌 No. 150 (1994 年)

日本の時計産業の概況

2012年

目 次

ウォッチ完成品（グローバルオペレーション）

- 1-1 日本のウォッチ完成品総出荷（輸出＋国内出荷）数量の推移 [機種別]
- 1-2 日本のウォッチ完成品総出荷（輸出＋国内出荷）金額の推移 [機種別]
- 1-3 日本のウォッチ完成品輸出の推移 [機種別]
- 1-4 2012年の日本のウォッチ完成品輸出 [地域別構成比]
- 1-5 日本のウォッチ完成品国内出荷の推移 [機種別]
- 参考 世界のウォッチ生産の推移（推定値）

クロック完成品（グローバルオペレーション）

- 2-1 日本のクロック完成品総出荷（輸出＋国内出荷）数量の推移 [機種別]
- 2-2 日本のクロック完成品総出荷（輸出＋国内出荷）金額の推移 [機種別]
- 2-3 日本のクロック完成品輸出の推移 [機種別]
- 2-4 2012年の日本のクロック完成品輸出 [地域別構成比]
- 2-5 日本のクロック完成品国内出荷の推移 [機種別]
- 参考 世界のクロック生産の推移（推定値）

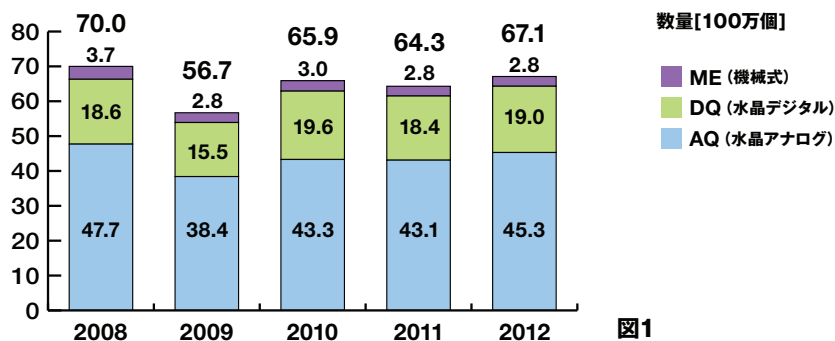
(注)

・日本のグローバルオペレーション：日本の時計企業の海外生産・出荷を含む事業活動

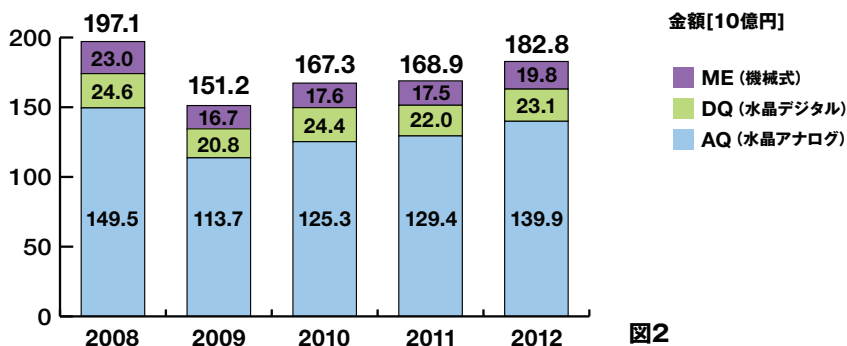
2013年 3月

一般社団法人 日本時計協会

1-1 日本のウォッチ完成品総出荷(輸出+国内出荷)数量の推移 [機種別]



1-2 日本のウォッチ完成品総出荷(輸出+国内出荷)金額の推移 [機種別]



- 2012年日本の時計メーカーによるウォッチ完成品の総出荷(海外からの出荷を含む)は、数量67.1百万個で前年比4%増、金額1,828億円の同8%増であった。
- 機種別数量では、水晶アナログが5%増、水晶デジタルが4%増、機械式は3%減であった。
- 参考値として、2012年の完成品とムーブメントの合計の出荷は、数量590百万個(前年比5%減)、金額2,429億円(同6%増)であった。

1-3 日本のウォッチ完成品輸出の推移 [機種別]

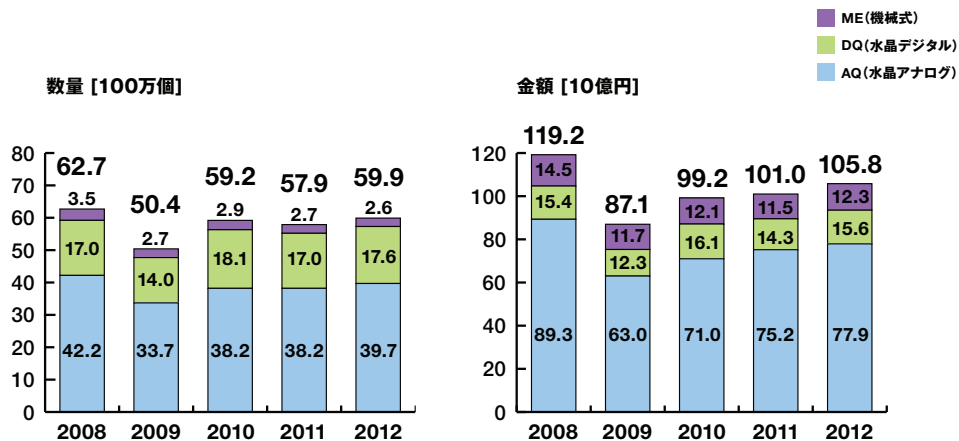


図3

図4

1-4 2012年の日本のウォッチ完成品輸出 [地域別構成比]

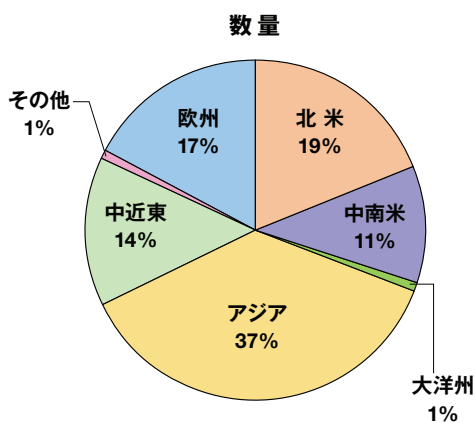


図5

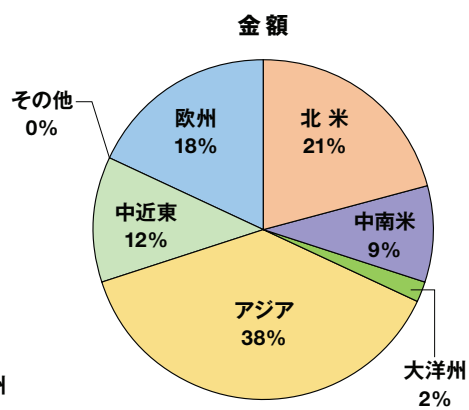


図6

- 2012年日本の時計メーカーによるウォッチ完成品の輸出（海外からの出荷を含む）は、数量59.9百万個で前年比3%増、金額1,058億円で同5%増であった。
- 完成品の主な輸出先の対前年金額比較では北米・欧州・アジア向け共に増加した。

1-5 日本のウォッチ完成品国内出荷の推移 [機種別]

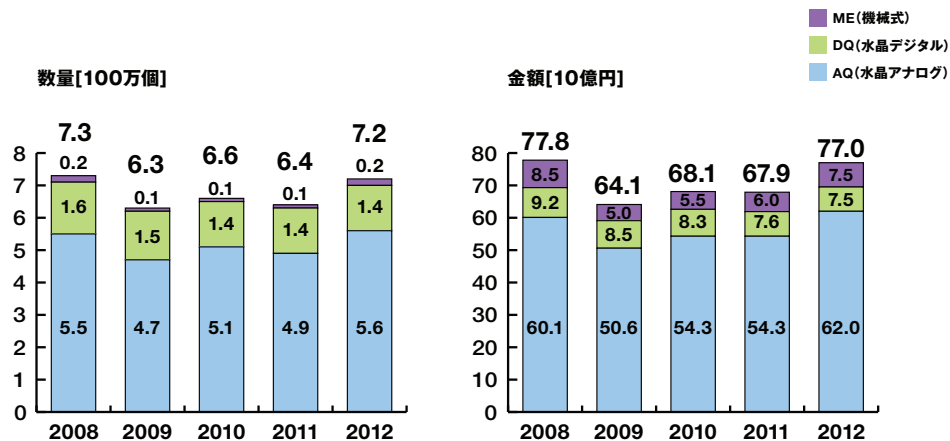


図7

図8

- 2012年日本の時計メーカーによるウォッチ完成品の国内出荷は、数量7.2百万個で前年比12%増、金額770億円で13%増であった。
- 国内出荷に占める電波修正時計の構成比は、数量で23%、金額で43%であった。

参考 世界のウォッチ生産の推移（推定値）

世界生産については、ウォッチのムーブメント生産に基づく、日本時計協会の推定値である。
公式データは存在しない。

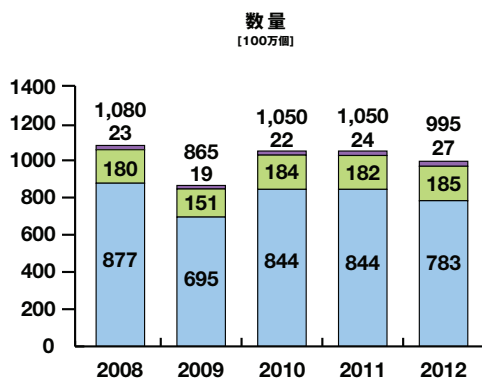


図9

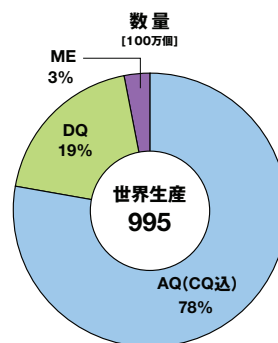
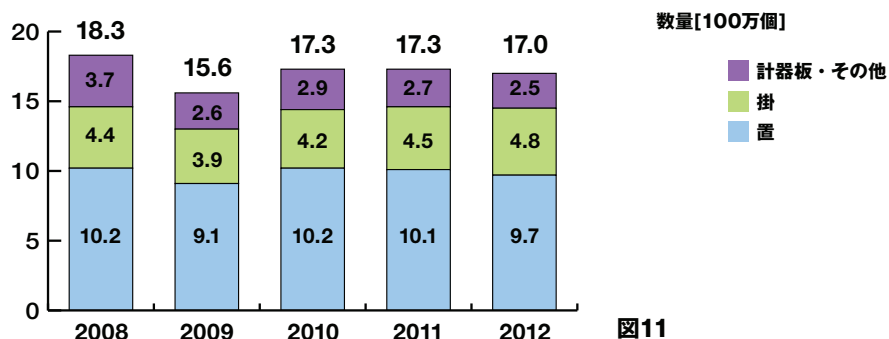


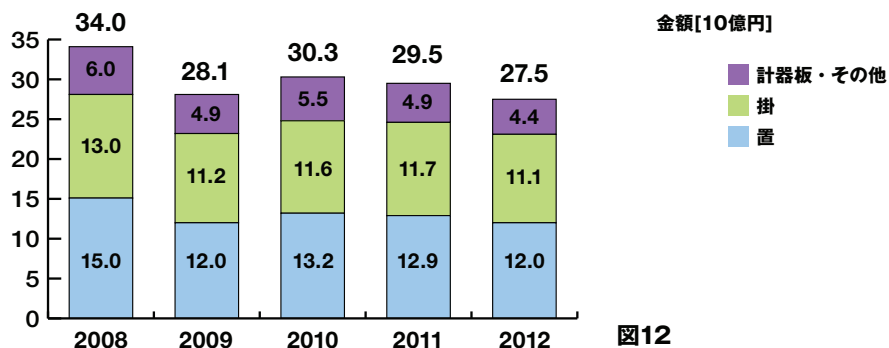
図10

- 2012年の世界のウォッチ総生産は、数量ベースで5%減の995百万個であったと推定される。
- 機種別では、水晶アナログが前年比7%減少し、機械式が同13%増加したと推定される。

2-1 日本のクロック完成品総出荷（輸出+国内出荷）数量の推移 [機種別]



2-2 日本のクロック完成品総出荷（輸出+国内出荷）金額の推移 [機種別]



- 計器板・その他は、計器板及びその他のクロックを含む。
- 2012年日本の時計メーカーによるクロック完成品の総出荷（海外からの出荷を含む）は、数量が17.0百万個で前年比2%減、金額は275億円と同7%減となった。
- 機種別数量では、置時計が前年比4%減、掛時計が同5%の増加であった。
- 参考値として、2012年の完成品とムーブメントの合計の出荷は、数量24百万個（前年比4%増）、金額288億円（同5%減）となった。

2-3 日本のクロック完成品輸出の推移 [機種別]

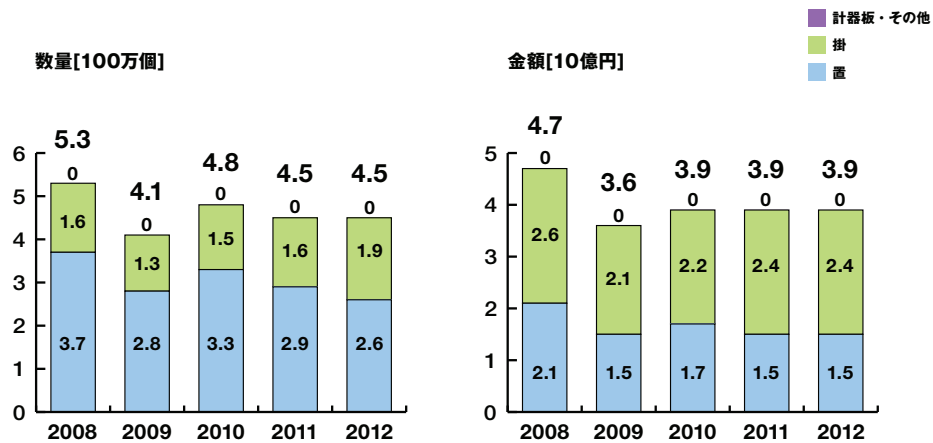


図13

図14

2-4 2012年の日本のクロック完成品輸出 [地域別構成比]

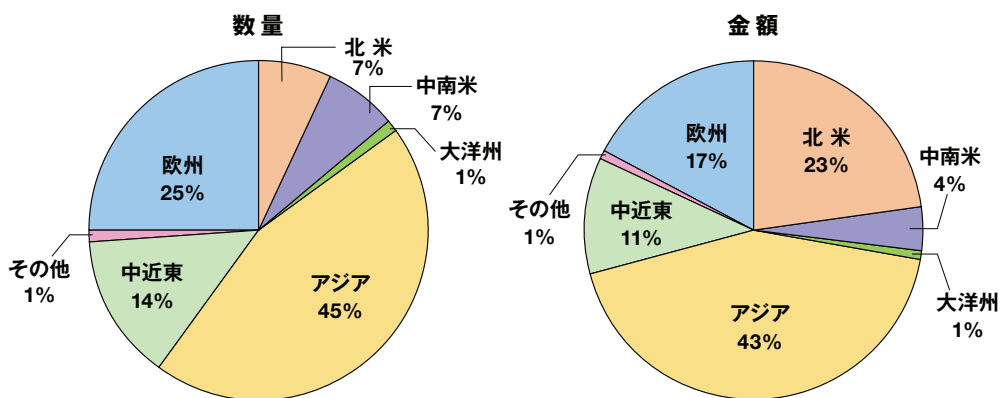


図15

●2012年日本の時計メーカーによるクロック完成品の輸出（海外からの出荷を含む）は、数量4.5百万個で前年比横ばい、金額39億円で同1%増であった。

●完成品の主な輸出先の対前年金額比較では、アジア・中南米向けが増加し、その他は減少した。

2-5 日本のクロック完成品国内出荷の推移 [機種別]

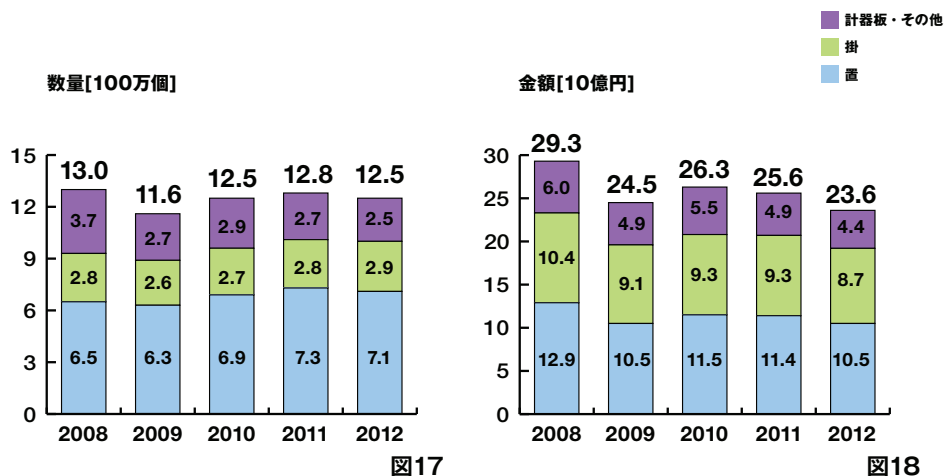


図17

図18

- 2012年日本の時計メーカーによるクロック完成品の国内出荷は、数量12.5百万個で前年比3%減、金額は236億円と同8%減であった。
- 国内出荷に占める電波修正時計の構成比は、数量で49%、金額で60%であった。

参考 世界のクロック生産の推移（推定値）

世界生産については、クロックのムーブメント生産に基づく、日本時計協会の推定値である。
公式データは存在しない。

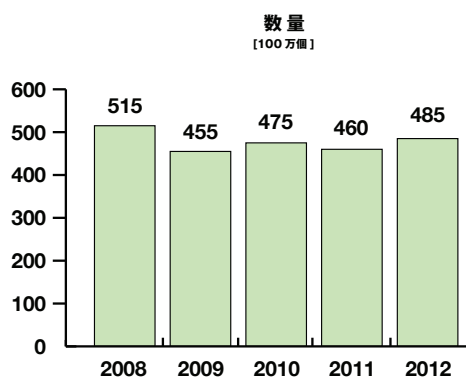


図19

- 2012年の世界のクロック総生産は、数量ベースで前年比5%増の485百万個と推定される。

注)

- 図1～9，11～18 は日本時計協会の統計データに基づく、図10，19は日本時計協会の推定
- 金額は、輸出はFOB、国内出荷は税抜き売り渡し価額
- AQ は水晶コンビネーションを含む水晶アナログ、DQ は水晶デジタル、ME は機械式時計

海外事情

バーゼルワールド報告

東京大学 佐々木 健

バーゼルワールド 2013 は 2013 年 4 月 26 日から 5 月 2 日の期間に開催され、筆者は 4 月 27 日に視察した。会場は増改築され、ホール 1 はグローバルブランド、ホール 2 はインターナショナルブランド、ホール 4 は中国と台湾ブランドおよび時計・宝石用の工具、工作機械が展示されていた。ホール 1 は 3 階建てで、1 階には主としてスイスの有名ブランドの巨大なブースが立ち並んでいた。入場者は非常に多く、正面入り口付近は Fig.1 に示すように新宿や渋谷の駅構内のような賑わいであった。従来の正面入り口 (Fig.2) はホール 2 の入り口となっていた。



Fig. 1 ホール 1 の正面入り口付近



Fig. 2 ホール 2 の入り口

ホール 2 には独立時計師の団体である AHCI (Académie Horlogère des Créateurs Indépendants) のブースがあり、本学会の研究会 (2012 年 11 月 16 日開催) で講演して頂いた独立時計師の菊野昌宏氏の最新作が展示されていた。筆者が立ち寄った時には菊野氏がブースにおられ、氏自ら最新作の説明をしてくださった。文字板は和式の紋様で、円の中で金色の折り鶴が回転する大変美しい時計であった。写真は氏の WEB ページ²⁾に掲載されると思うので、そちらを参照していただきたい。

日本のメーカはセイコー、シチズン、カシオが出品しており、中でもシチズンのブースは数多くの金色の腕時計の地板を透明な糸で吊して幻想的な空間を創り出していた。これは米国 WatchTime 誌の WEB ページ²⁾においてバーゼルワールド 2013 の会場風景を紹介するわずか 10 枚の写真に選ばれていることや、日本の時計産業の概況を説明した 4 月 28 日版の BASELWORLD DAILY NEWS の記事³⁾にも写真が掲載されていることから、大変ユニークな展示として評価されていることが分かる。

バーゼルワールド 2013 の全体的な傾向については、公式ガイドブック⁴⁾の第 3 章 The Trends of Baselworld 2013 に解説されている点をいくつか紹介する。

クラシック：今日の時計のデザインは二極化しつつあり、一方は技術の粋を尽くした複雑なメカニズムや宝飾の限りを尽くす方向であり、他方は「シンプル」をキーワードとして針は 2 または 3 本、文字板は目盛りまたは数字のみのオーソドックスなデザインの方向である。シンプルなデザインは永続性や耐久性に通ずるものがあり、幅広い人々に受け入れられる。色：「黒」が使われる製品が目立つようになった。表面を黒色にする加工法は半導体の製造工程などでも使われる PVD (Physical Vapor Deposition) や CVD (Chemical Vapor Deposition) などの先端技術を利用している。DLC (Diamond-Like Carbon) を施した表面はビッカース硬度で約 5,000HV の硬度を持ち、表面の質感も独特で、また汚れが付着しにくいという特徴もある。

材料：セラミックス、チタン、カーボンファイバ、形状記憶合金、単結晶シリコンなど、従来時計にはあまり用いられなかった材料も使われるようになった。金、白金などの貴金属は柔らかいため引っ掻き傷に弱かったが、ボロンカーバイドの粉末で製造したセラミックスを 24 金と混ぜることにより、普通の 18 金のビッカース硬度約 400HV に対して 1,000HV を達成している (Hubolt)。

航空機関連のデザイン：航空機用計器のデザインやパイロットが使うことをイメージした時計は以前から存在したが、それをより明確にしたデザインが見られるようになった。

女性用の機械式時計：複雑な機械式時計は男性用がほとんどであったが、女性用の時計でもツール・ビヨンが見えるようなデザインの機械式時計も出現している (Chanel)。

このように機械式時計はデザインや機構の複雑化と同時に先端技術を利用した加工法や従来と異なる材料を用いることにより新たな特徴を出しているのが最近の傾向であると解説されている。同様の視点はヘラルドトリビューン紙 4 月 25 日版の特集⁵⁾においても述べられている。これはバーゼルワールドの初日に合わせた特集である。

新しい腕時計型の情報機器の出現が話題になっており、これがクォーツ時計の出現による機械式時計の衰退の再現となるのではないかという心配の声もあるが、スイスの機械式時計のメーカは国の研究所や大学の最先端技術を取り入れて差別化を図っているので以前のようなことはないであろう、というのが本記事の主張である。

具体例として、耐磁性を 15,000 ガウスまで高めた Omega Seamaster Aqua Terra、内部を真空にすることによりエネルギー損失を 37% 減らした Cartier ID、5/10,000 秒の分解能を持つクロノグラ

フ TAG Heuer Mikrogirder, 伝達機構に髪の毛ほどの細いベルトを用いた TAG Heuer V4, 時間の表示に液体を用いた HYT H2, などが例として挙げられている。耐磁性の高い材料を用いて耐磁性を上げているので従来のシールドで覆う方法と異なり内部を見せることができること、真空を保つシールド材にナノ材料を用いていること、などが先端技術として解説されている。記事の最後では、このような技術の開発者も機械式時計の信頼性は 20〜30 年前より向上しているものの精度はクォーツに及ばないことは認識している、と結んでいる。

ベルト駆動や液体による表示は純粋に「見せる」ことだけが目的で時計の本来の機能とは無関係であるが、腕時計の小さな空間の中に従来に無いメカニズムが見えることに価値があるのであろう。Stephan Bayley 氏はガイドブック ⁴⁾の中(p.19)で、「精度への欲求(appetite)が満たされ、趣味 (taste) が解放された。」と述べており、時間計測の精度の束縛が無くなり、機械式時計の可能性はむしろ広がった、としている。

バーゼルワールド 2013 ではコレクタ向けの超高級機械式時計から一般向けの時計まで最新の時計の数々を見てきたが、機能やデザインとは別に気が付いた点を 2 点述べてみたい。針とネジである。

時計の針は専門メーカーが時計製造メーカーに供給している場合が多いと聞いているが、組み付けられた針の品質にはかなり差があると感じた。軸に圧入、あるいは軸の端面をカシめて固定するが多いと思われるが、軸周辺部の針の面に微妙な歪みがあったり、カシめた軸の端面がわずかに歪んでいたりするものが見受けられた。展示品は明るいスポットライトで照明されているのでショーウィンドウ越しでも見る方向を変えていくと反射の変化によって目視でも分かってしまう。内部の歯車などの機械部品の精密さに比べて針の組み付け精度が粗い製品が展示されていたことはやや驚きであった。

2 点目はネジの頭である。時計部品の組み付けにはほとんど頭がマイナス (－) のネジが使われている。ネジの頭を低くできることやメンテナンス性など、様々な理由があると思われるが、今日、時計以外の精密機器では時計で用いられているような小さなサイズの (+) ネジも存在する。いろいろな形状のネジ頭を用いた方がデザイン上は自由度が増すと思うが、この点については今後調査してみたい。

バーゼルワールドを見学した翌日はラショードフォンという静かな町にある国際時計博物館を見学した。歴史的な時計から現代の時計までが展示されているとともに時計製造の治具・工具の展示も多く、スイスにおける時計製造の歴史の重みを感じさせる。また、惑星の運動を機械的にシミュレーションする機構の数々や航海用の時計も展示されており、天文学、航海術、時計技術が相互に関連して発達してきた歴史 ⁹⁾を学ぶことができ、バーゼルワールド 2013 の視察と合わせて大変有意義な視察であった。

<参考文献>

- 1) 菊野昌弘氏 WEB ページ <http://www.masahirokikuno.jp/works/>
- 2) Christoph Hoffmann, “Japan is coming along splendidly -in the last three years the watch industry has recovered”, BASELWORLD DAILY NEWS, April 28, 2013, Markets 45
- 3) <http://www.watchtime.com/wristwatch-industry-news/farewell-baselworld-final-photo-tour-2013-watch-fair/?pid=218> (2013 年 5 月 7 日アクセス)
- 4) BASELWORLD BRAND BOOK 2013
- 5) “Evolving to avoid a great extinction”, International Herald Tribune, Thursday, April 25, 2013, S1
- 6) Gil Baillod, “Treasure, blood and the balance-spring”, watch around, No.014, autumn 2012 - winter 2013, pp.58-63

スイス時計学会との交流について

東京大学 佐々木 健

バーゼルワールド 2013 視察の出張中、4 月 26 日にスイス時計学会 (SSC: Société Suisse de Chronométrie)の事務局があるニューシャテル市において Baur 会長, Valceschini 事務局長, 秘書の Tora 氏に会い, 学会活動を相互に紹介するとともに今後の交流について話し合いました。

その結果, 今後は学会誌や学術講演会論文集などを相互に送付することから交流を始めることになりました。スイス時計学会の公用語はフランス語, 当学会は日本語なのでお互いに読むのは困難ですが, 図や写真を見て興味のある記事があれば英語要約の作成をお願いし, 学会誌に掲載することについても合意いたしました。今後の交流を具体的な形で発展させていきたいと思います。

スイス時計学会の概要:

スイス時計学会は 1924 年に設立され, 個人会員約 1,020 名, 賛助会員 (企業) 193 社です。スイスを 4 つの地区に分け, 3 年ごとに幹事地区を変えていきます。2012-2014 はジュネーブ地区が担当で, 現在の Baur 会長と Valceschini 事務局長は Rolex の社員です。学会誌は年 3 回発行, 学術講演会は年 1 回, その他, 講習会等も年に数回開催しているということです。