

クロック技術の系統化調査

Systematized Survey of Clock Technology

1

鈴木 哲郎 Tetsuro Suzuki

■ 要旨

時計とは、“時刻を指示する計時装置”であり、計時装置とは、“時刻の指示又は時間の測定を、個々に、又は同時に行う装置”である。尚、時計には、ウォッチ（どんな姿勢でも作動し、かつ携帯することを目的とした時計）とクロック（一定の姿勢で使用する時計）がある（日本時計協会ホームページより）。ウォッチはパーソナルユースとして使用されることが多いが、クロックはホームユースとして家庭の標準時刻として使用されることが多い。

本編ではクロックの技術動向についてクロックの歴史に遡りながらまとめた。

中世ヨーロッパでは、修道院において修道僧が、昼夜決まった時刻に神に祈りをささげる必要があった。

この宗教上の必要性が時計の進歩に大きく影響を与え、13世紀末から14世紀初めに機械式時計が出現したといわれる。最初の時計は文字盤は必要でなく、祈りの時間が来ると時報として鐘を鳴らすものであった。時計と鐘の動力に錘を使用していたので、錘がすぐに下に落ちて歯車が止まらないように、高い塔の上に時計を設置して、錘の歯車に调速脱進機構をつくって、ゆっくりと錘のついた歯車を一定の速さで回していた。

ちなみに、機械式時計のことを「クロック」というのは、ラテン語で鐘を Cloccam というところからきている。

市民社会の発達と共に「時間は貨幣と同じ価値のあるもの」として機械式時計の必要性が高まり、城郭・教会・市庁舎等に取り付けられた。当時の時計の最大の役割は、このように宗教活動のために修道士に定期的に時間を知らせる事であったが、塔の上から大きな鐘の音が辺りに響きわたったことで、修道院での時刻がその周りに住んでいる人々たちにとっての公共の時刻となり、やがて社会全体の時刻に変わっていった（セイコーミュージアムホームページより）。

このような歴史を持つクロックについて、その構造的な仕組みから電子化へのアプローチおよびクォーツ化・電波化・衛星電波化などの技術動向を調査した。特にクォーツ化により基本性能の追及が一段落し、各社共にユーザーの要求に応える商品開発に注力するようになった。

メロディ/音声認識等の半導体素子・時刻などの表示素子・各種センサー・ソフト開発力など総合的な技術進化により、様々なクロック商品開発が行われて来た。本調査報告では、この多様化した各社の商品開発群の商品例を技術的な視点で調査することを重点を置いた。更に中世ヨーロッパ・中国で貴重な置時計として珍重された外装技術・技能を日本の工芸品技術・技能として応用したクロックも対象とした。

また、1964年東京オリンピックの計時が日本の計時技術を世界にアピールした画期的なイベントともなり、その内容を記述するとともに、そのクォーツ化技術の水平展開となった水晶親時計（放送局用・設備時計用・船舶時計用・その後のスポーツ計時用など）の動向及びクロックの原点でもある「からくり時計」の動向も調査した。

1999年および2001年、国立研究開発法人「情報通信研究機構」による長波帯標準電波送信所の開局後は電波受信クロックの普及が一気に進むと同時に、今まで複雑な操作性が課題であったデジタルクロックの操作性が大幅に改善（電波受信による自動時刻修正）するとともに、多機能による利便性およびカラー表示による視認性等により市場が拡大しており、その状況もまとめた。

このようなクロックの今までの技術動向を調査することにより、今後のクロックの方向性も記述した。

■ Abstract

A timekeeping instrument is "a time-measuring instrument for indicating the time," and a time-measuring instrument is an "instrument which indicates the time or measures a length of time, separately or simultaneously." There are two types of timekeeping instruments. One is a watch (a timekeeping instrument which operates in any position and is made to be carried or worn) and the other is a clock (a timekeeping instrument to be used in a certain position) (from the Japan Clock & Watch Association website).

A watch is often for personal use, and a clock is often for home use, as the standard time for the home. In this report, we provide an overview of the development of clock technology as we trace the history of clocks.

In medieval Europe, there was a need for monks in monasteries to offer prayer to their God at set times of the night and day.

This religious requirement had a great influence on the advancement of timekeeping instruments, and mechanical timekeeping instruments are said to have appeared around the end of the 13th century or the beginning of the 14th century. Dials were not required for the first timekeeping instruments, which sounded bells to signify the time for prayer.

Driven by the force of weights, the clock and bell were installed high in the tower to maximize the distance the weights would drop. The crown wheel escapement was fashioned on the wheel of the weight to fix the speed of the wheel's rotation and regulate the drop of the weight rather than letting it fall all at once.

By the way, the word "clock" derives from *clocca*, the Latin word for "bell."

With the development of civil society, the necessity of mechanical timekeeping instruments increased with the thought that "time is money," and they were installed in castle complexes, churches, governmental buildings, and the like. The most important role of the clock was to tell time for the monks, who organized their religious activities according to a time-governed schedule. Not long after the clock was installed, the time kept at the convent was adopted as the public time for people living nearby. Eventually it became the time for the whole society, conveniently sounded by the resounding bell in the tower (from the Seiko Museum website).

This survey considers such history of the clock, from its mechanical structure to approaches to its electronic forms, as well as its technological development with quartz, radio control, satellite radio control, and other advancements.

The use of quartz, in particular, brought about a pause in the pursuit of basic functionality, and companies turned their attention to developing products to meet the wishes of users.

With progress in technology as a whole—semiconductor elements for melodies, voice recognition, and other features; display elements for the time and other information; various sensors; and software development—a variety of clock products have been developed. In this survey report, we focused on surveying such varied products representing product groups developed by many companies from a technological perspective.

We included clocks for which technology and techniques as Japanese crafts were used, applications of technology and techniques used for the exterior prized as valuable desk or table clocks in medieval Europe and China.

Further, time measuring in the 1964 Tokyo Olympics became the revolutionary event to showcase Japan's time measuring technology to the world. As we discuss its details, we also survey the development of the quartz master clock, a related application of the quartz technology (for broadcasting, facility timekeeping, marine timekeeping, and later for sport time measuring). The development of the marionette clock, the starting point of the clock, is also surveyed.

The adoption of radio-controlled clocks increased immediately after Low-Frequency Standard Time and Frequency Transmission Stations were established by the National Institute of Information and Communications Technology in 1999 and 2001, and the complicated operations which had been a problem for digital clocks were greatly improved (time was now corrected automatically by radio control). This brought with it a growth of the market due to convenience as a result of numerous features, visibility as a result of color display, and other advancements. This state is also summarized.

By surveying the technological development of the clock thus far, we also discuss the direction clocks are heading.

■ Profile

鈴木 哲郎 *Tesuro Suzuki*

産業技術史資料情報センター主任調査員

1971（昭和 46）年 武蔵工業大学（現東京都市大学）
工学部機械工学科卒業
同年 株式会社精工舎入社
時計事業部設計部門配属
以後、クロックムーブメント開発・
設計業務に従事
1996（平成 8）年 クロック事業新会社
（セイコークロック（株））に伴い移籍
2001（平成 13）年 生産技術センター長
（生産技術および国内外製造管轄）
2007（平成 19）年 技術本部本部長
2014（平成 26）年 取締役（時計設計・技術管轄）
2016（平成 28）年 技術顧問（時計技術全般）
2017（平成 29）年 退職
2018（平成 30）年 国立科学博物館
産業技術史資料情報センター主任調査員

■ Contents

1. はじめに	4
2. クロックの機構別構造	5
3. クロックの変革	24
4. デジタル表示クロックの推移	54
5. からくり時計の技術推移	67
6. 水晶親時計の展開	75
7. クロックに使用される外装材の導入技術	92
8. 今後のクロック展望	97