

技術報告

GPSソーラーウォッチの開発

本田 克行, 柳澤 利昭

セイコーエプソン株式会社 W 商品開発部, 長野県塩尻市塩尻町 390, 〒399-0796

(2014 年 3 月 25 日受付, 2014 年 5 月 16 日再受付, 2014 年 5 月 16 日採録)

Development of the GPS Solar Watch

Katsuyuki HONDA, and Toshiaki YANAGISAWA

W Products Development, SEIKO EPSON CORPORATION, 390, Shiojiri-machi, Shiojiri, Nagano 399-0796, Japan

(Received March 25, 2014, Revised May 16, 2014, Accepted May 16, 2014)

ABSTRACT

SEIKO ASTRON is the first solar GPS watch in the world that can quickly indicate the local time of the place where one stays, getting information, anywhere in the world. In this watch, we reduced drastically electricity consumption mainly by using a high accuracy small GPS module which has enabled to lower electricity consumption up to about 1/5 of traditional module. While remaining compatible with a metal case, this watch can quickly indicate the time where it is located. This achievement has been realized through the development of a highly sensitive receiving system that picks up weak signals from satellites, and also by developing an algorithm that determines by signal the time zone of the place where one is located.

1. はじめに

1969 年, 世界に先駆けて発売したクォーツアストロンは, クォーツ技術による圧倒的な高精度化で腕時計の歴史を塗り替え, 誰もが正確な「時」を手にすることができる社会を実現した¹⁾.

そして 2012 年, 世界中どこにいてもボタン操作ひとつで, いつでもその場所の正確な「時」を手にすることができる GPS ソーラーアストロンが誕生した. グローバルに正確な「時」を手にすることができる社会を目指す, まさにアストロンの系譜にのるウォッチである. ウォッチ開発の歴史は, 「正確さ」の追求である. 機械式にはじまりクォーツ, 電波時計へと続き,



Fig. 1 GPS Solar Watch (7X52).

そして今回、我々が行き着いたのは GPS を使った測位システムとの融合で世界全 39 のタイムゾーンのどこにいるのかを判断して、その場所の正確な時刻を表示する方式である。

この方式は約 2 万 km 上空からの微弱な衛星信号を受信する必要があり、標準電波を受信して時刻修正を行う電波時計の約 1000 倍もの電力が必要となるという課題があった。また、通常 GPS 機器に使用されるパッチアンテナは、ウオッチの金属外装と干渉して十分な感度を得ることができないという課題があった。

このように GPS ソーラーウオッチを実現するうえでとくに大きな開発項目は、

- (1) 低消費電力化の追求
- (2) 外装品位と受信感度の両立

の 2 点であり、以下にその説明を行う。

2. 低消費電力化の追求

低消費電力化の追求に関しては、効率的な受信システムの構築という視点とデバイスの低消費電力化の視点からアプローチを行っている。

まず効率的な受信システムの構築について説明する。Fig. 3 に示すように GPS 衛星からは 5 個のサブフレームが 6 秒毎に連続的に送られている。測位をするためにはサブフレームの 2 番目と 3 番目にある衛星軌道情報 (Ephemeris) や、4 番目と 5 番目にある衛星概軌道情報 (Almanac) を読み取る必要があるが、時刻情報は各サブフレームに含まれる TOW (Time Of Week) を読み取ることで取得が可能である²⁾。

そこで GPS ソーラーウオッチでは使用者がタイムゾーンの修正を必要とする場合と、時刻だけの修正でよい場合とに分けて受信モードを選択使用するシステムを採用し、効率的な受信が行えるように工夫している。具体的には、使用者がタイムゾーンを跨ぐ移動をした場合、使用者のボタン操作で通常の GPS 機器と同様に 4 機以上の衛星の軌道情報を取得し測位演算することで、使用者のいる位置情報と正確な時刻を算出し、それに応じたタイムゾーンを内部メモリから読み出

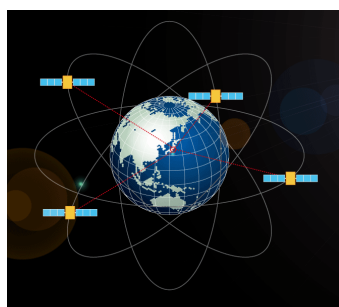


Fig. 2 Diagram of GPS reception.

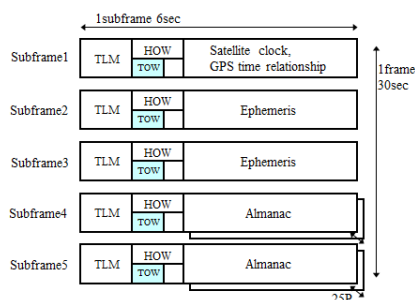


Fig. 3 GPS navigation data.

し、その場所に適したローカルタイムに修正する。この受信は受信環境がよい場所で最短 30 秒程度の時間が必要となる。一方タイムゾーンを跨ぐ移動がない日常生活の中では、使用者は特定の動作をしなくても、ウォッチが受信可能な環境かどうかを判断して、受信が可能であれば自動で時刻だけを受信する。この受信は時刻情報だけの取得でよいため最短で 6 秒程度の短時間で終了する。このようにユーザーの生活に合った受信モードを選択使用することにより、受信時間を大幅に短縮しエネルギー収支の改善に貢献している。また使用者は、タイムゾーンを跨ぐ移動をした場合だけボタン操作を行えばよいので、受信操作を気にする必要はなく非常に使い勝手の良い仕様となっている。

つづいてデバイスの低消費電力化について説明する。Fig. 4 に GPS ソーラーウォッチの平均消費電流を示す。従来のデバイスを使って構築した場合の平均消費電流は、ウォッチに搭載したソーラーセルでエネルギー収支が成り立つレベルを大きく超えていることがわかる。とくに GPS モジュールと電源制御 IC の消費電流が大きいことが要因となっている。

そこで、GPS モジュールについては、デジタル処理を徹底的に見直すとともに、時刻取得に特化した専用の制御方式を取り入れることで大幅な低消費電流化を実現した。Fig. 5 に示す今回開発した GPS モジュールは、従来の GPS モジュールに対して約 1/5 の消費電流となっている。

また電源制御 IC については、GPS ソーラーウォッチ用に開発した小型リチウムイオン 2 次電池に合わせた充電制御方法や電圧制御方法を採用しリチウムイオン 2 次電池の安全性を確保するとともに制御の効率化をはかることで従来の電源制御 IC の 1/10 の低消費電力化を実現している。

このように効率的な受信モードを採用すること、および低消費電流デバイスの開発により、文字板に配置したソーラーセルの発電だけでエネルギー収支を成り立たせ、光が当た

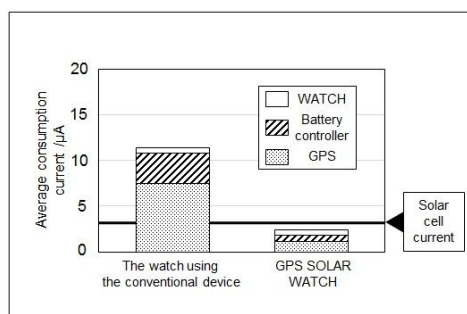


Fig. 4 The average current consumption of the GPS solar watch.

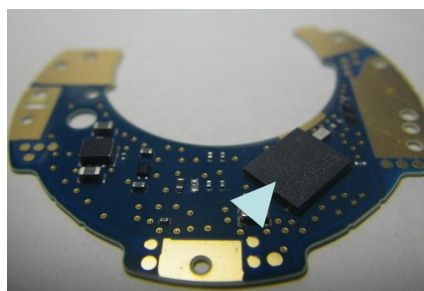


Fig. 5 GPS module.

っている限り止まらない商品を実現した。

3. 外装品位と受信感度の両立

Fig. 6 に GPS ソーラーウォッチのムーブメント外観写真を示す。GPS ソーラーウォッチでは文字板の上に文字板を囲むようなリング形状でアンテナを配置している。アンテナは誘電率の高いリング状の基材に無電解めっきでアンテナパターンを形成し、外周のフックでムーブメントに固定する構造である。

通常の GPS 機器で採用されるパッチアンテナを使った場合は、金属外装との干渉を抑えるためアンテナと金属外装をある程度離れた配置とすることが必要となり、外装そのものが大きくなってしまいうという課題があるほか、通常 10 mm 角以上のサイズがあるパッチアンテナを文字板上に配置できないためムーブメントの一角に収納する必要がある、輪列などのムーブメントを構成する金属部品や電子部品から発生するノイズにより受信感度が劣化してしまうという課題があるが、今回このリングアンテナを採用することでこれらの課題を解決している。そしてさらに、このリングアンテナを採用したことで、ムーブメントのレイアウトに対する制約がなくなり、多機能モデルや高性能モデルなどの商品展開が可能となる効果もある。

Fig. 7 にムーブメントの断面構造を示す。ムーブメントの上側にソーラーパネル、文字板が順番に構成され、その上に開発したリングアンテナを配置する。これにより前述したムーブメントを構成する金属部品の干渉や、電子部品によるインバンドノイズの影響を受けづらくすることができ受信感度を高く保つことが可能となった。またソーラーパネルも受信に影響を与えるため、アンテナを文字板より下に配置する場合は、アンテナの上部に位置するソーラーパネルに切欠き部分を設ける必要があるが、リングアンテナを採用することでソーラーパネルを文字板全体に配置することが可能となり、エネルギー収支の改善にもつながっている。

そしてリングアンテナの上側にダイヤルリン



Fig. 6 Photograph of the ring antenna.

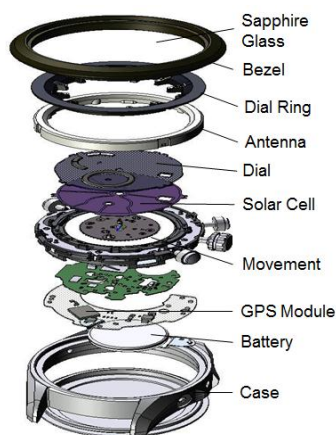


Fig. 7 The configuration of the GPS solar watch.

グを配置し、それを覆うベゼルには耐擦傷性に優れ、美しい輝きを放つセラミックスを配置することで、GPS の受信感度を確保しながら高品位の外観を実現している。

Fig. 8 に、このリングアンテナがウォッチ外装に収納された状態の X-Z 平面の指向特性を示す。説明したようにアンテナを文字板より上に配置することで、ムーブメントや外装の影響を受けずに、Z 軸方向にほぼ均一な指向特性が得られている。前述したように GPS ソーラーウォッチは、タイムゾーンを跨ぐ移動がない日常的な生活の中では、ウォッチが受信可能な環境かどうかを判断して自動で受信を行うため、受信中にアンテナを天頂方向に向けるなどの安定した姿勢をとることが期待できない。そのため、使用者の様々な使用状況にも対応できるように、このような広い指向特性が必要となる。これにより、動作中や移動中などでも使用者が意識せずに受信することが可能となっている。

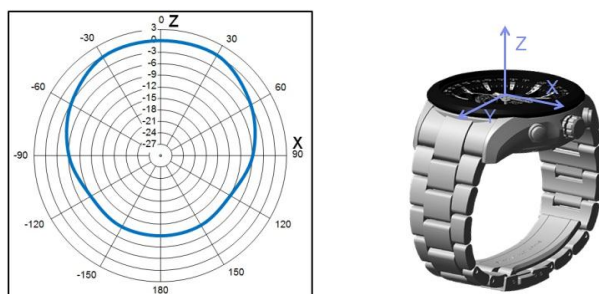


Fig. 8 Directional pattern of the ring antenna.

以上説明した構成による GPS ソーラーウォッチの受信性能について以下に述べる。

Fig. 9 は GPS ソーラーウォッチの受信評価結果である。Fig. 10 に示すような推奨の受信場所である空が十分に見える場所（Open Sky）では、時刻取得は最短で 6 秒、平均 10 秒程度の受信時間で 100%の取得ができ、タイムゾーン取得は最短で 30 秒、平均で 40 秒程度の受信時間でこちらも 100%の取得ができていていることを示している。

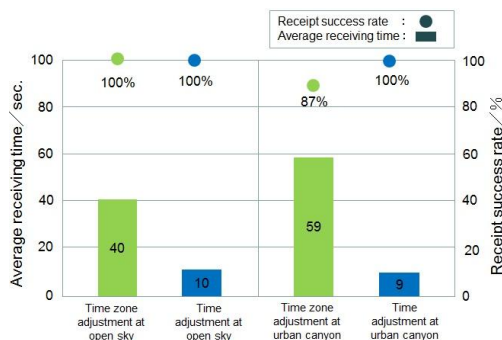


Fig. 9 Reception characteristics of the GPS solar watch.

一方, Fig. 11 に示すようなビル街 (Urban Canyon) は GPS 衛星の配置によっては建造物により電波が遮断することや, 構造物による電波の反射により測位演算に影響を与えてしまうため受信が困難な場所として知られている. 今回開発した GPS ソーラーウォッチは, このビル街における受信でも時刻取得は平均 9 秒程度の受信時間で 100%の取得ができ, タイムゾーン取得は平均 59 秒で 87%の取得ができています.



Fig. 10 Example of open sky.



Fig. 11 Example of an urban canyon.

このように, GPS ソーラーウォッチは推奨受信場所以外でも十分な受信性能を示しており, 様々な姿勢で受信することが要求される自動受信や, グローバルな環境での受信にも問題なく対応することができている.

4. まとめ

GPS ソーラーウォッチは, 以上のように(1)低消費電力化の追求と, (2)高品位外装と受信感度の両立の開発を行うことで商品化を実現することができた. これにより定期的な電池交換が不要という利便性をもちながら, 世界中どこにいてもボタン操作ひとつで今いる場所の正確な時刻を指示してくれるという新たな価値を提供することが可能となった. 今後更なる開発により, 誰もがこのグローバルに正確な「時」を手に行けるという価値を実感できるような商品展開を目指していきたい.

参考文献

- 1) 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, pp. 82-96 (1967).
- 2) National Coordination Office for Space-Based Positioning, Navigation, and Timing : Interface Specification “IS-GPS-200G” (2012). <http://www.gps.gov/technical/icwg/IS-GPS-200G.pdf>

技術報告

スプリングドライブ ミニッツリピーターの開発

茂木 正俊, 中田 克美, 広瀬 信行

セイコーエプソン株式会社ウォッチ事業部, 長野県塩尻市塩尻町 390, 〒399-0796

(2014 年 3 月 25 日受付, 2014 年 5 月 14 日再受付, 2014 年 5 月 15 日採録)

Development of SPRING DRIVE Minute Repeater

Masatoshi MOTOKI, Katsumi NAKATA, and Nobuyuki HIROSE

Watch Operations Division, SEIKO EPSON CORPORATION, 390, Shiojiri-machi, Shiojiri-shi, Nagano-Ken
399-0796, Japan

(Received March 25, 2014, Revised May 14, 2014, Accepted May 15, 2014)

ABSTRACT

We have developed a minute repeater mechanism based on the SPRING DRIVE movement. Within the limited dimensions of a movement, we have increased the duration time to a maximum and moreover, we have founded the means shown below in order to avoid the troubles caused by wrong operations of users. 1. By the means of two main spring barrels placed in series, we have increased the running time of the watch. 2. By modifying the minute repeater mechanism and turning it into the Sonnerie center wheel, it was possible to remove the minute repeaters spring and draw the mechanical energy directly from the main spring barrel. 3. While the minute repeater mechanism works, if the lever that releases the center wheel is used, the crown cannot be pulled out because it is equipped with a security system in order not to activate the minute repeater when the crown is in “pull out” position.

1. はじめに

一般的なりピーターウォッチ¹⁾は、リピーター機構の作動中に時刻合わせをしたり、レバーを操作したりすると故障に繋がる事例が多く発生する。近年は使用者の不注意な操作による故障を未然に防止する安全機構を設けたリピーターウォッチもリリースされている。

我々は独自の安全機構を設け、不注意な操作をしても破壊に至らない安心して使用できるリピーターウォッチを開発した。



Fig. 1 SPRING DRIVE Minute Repeater.

2. スプリングドライブ ミニッツリピーターの特徴

2. 1 外装の特徴

(1) 二重ケース構造

スプリングドライブ ミニッツリピーター（以下 SDMR）の断面図を Fig. 2 に示す。SDMR のケースは二重構造になっている。内胴とガラス縁、裏蓋でムーブメントを包み込み、埃や水の浸入を防いでいる。外胴は内胴の外側に配置される。内胴はその上外端の錨状の部分が、ガラス縁と外胴に挟まれ、ガラス縁と外胴がねじで締結される事で固定されている。裏蓋は、内胴にね

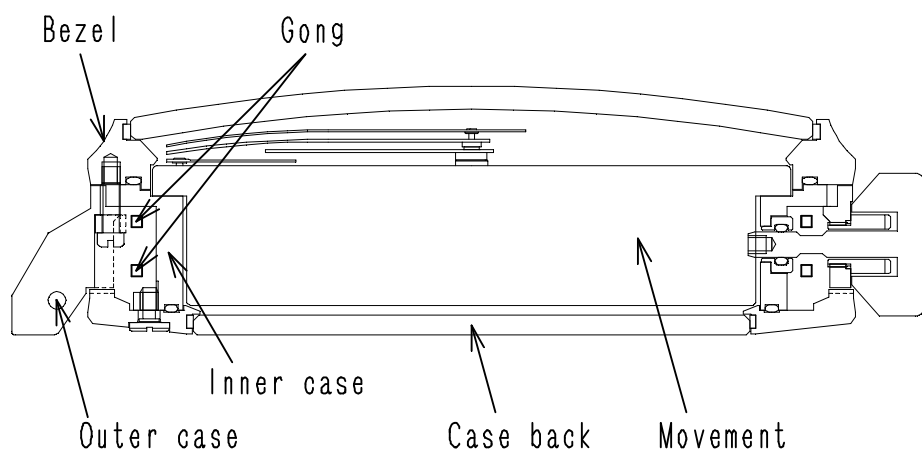


Fig. 2 Sectional view of SPRING DRIVE Minute Repeater.

じ固定されている．ムーブメントは内胴に図示しないねじで固定されている．

内胴と外胴の間の空間には，2本のゴングが配置されている．この空間は，ゴングの振動により生じる空気振動を共鳴させる役割を果たす．共鳴空間は，外胴と裏蓋の間の隙間によって，ケース外部と繋がっている（Fig. 3 参照）．

ゴングがハンマーに打たれた時，ゴングの振動は2つの伝達経路を辿って音になる．一つはゴングの振動が内胴を伝わり，外胴やガラス縁，裏蓋を振動させて音になる経路である．もう一つは，ゴング自体が共鳴空間内の空気を振動させる経路である．ゴングによる空気振動はトンネル内で拍手をした時の様に共鳴空間内に響き，外胴と裏蓋の間の隙間から外に伝わる．

内胴の材料はフェライト系ステンレススチール SUS444 である．内胴はムーブメント全体を囲うリング状の形状をしており，3つの役割を持っている．一つはムーブメントを覆い，塵や水の浸入を防ぐ役割である．二つ目は構造体としてムーブメントや後述する伝達ユニットが組み込まれるベースとしての役割である．三つ目は内胴内に磁気が浸入する事防ぐ耐磁部材としての役割である．

(2) 伝達ユニット

ゴングを叩くハンマーは内胴の内側にあるムーブメントに組み込まれている．ハンマーの打撃を内胴の外側に配置されるゴングに伝えるため，内胴の側壁に伝達ユニットが組み込まれている．伝達ユニットは高音ゴング用と低音ゴング用の二つが装備される．Fig. 3 に低音ゴング用の伝達ユニット周辺の断面図を，Fig. 4 に伝達ユニット周辺の詳細を示す．

伝達ユニットは内胴に固定されたパイプに沿って往復移動し，ハンマーの打撃をゴングに伝える．伝達ユニットは3つの部品から成る．棒状の部品1の一端がフィルムの中心の穴を貫通し，フィルムの反対側の円盤状の部品2の中心穴に圧入されている．部品2には，スチール製のチップ（部品3）が取り付けられている．

リング状のポリエチレン製フィルムは，伝

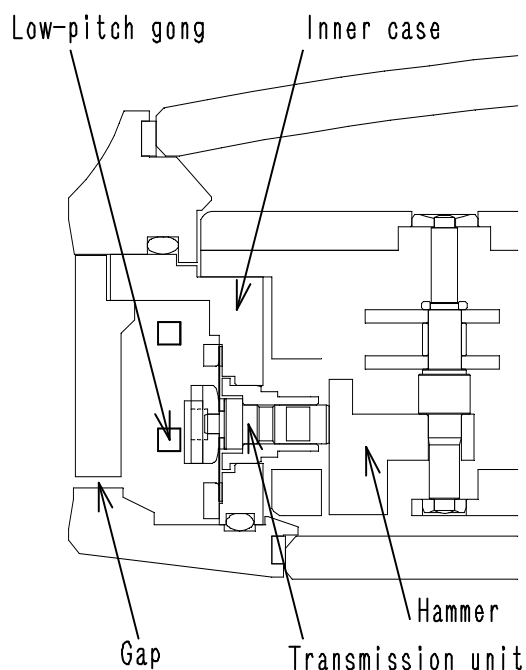


Fig. 3 Structure of the low-pitch gong's transmission unit area.

達ユニットと内胴に接着されており、内胴内に塵や水が浸入する事を防いでいる。フィルム外周は中心に穴の開いた押え板で内胴に押し付けられている。

フィルムにはわずかに「たるみ」を持たせてあり、伝達ユニットはパイプに沿ってスムーズに平行移動できる。部品 1 には D カット部があり、そこに図示しない戻しバネを引っ掛けて伝達ユニットをムーブメント内側に向かって引っ張っている。

このバネにより通常、伝達ユニットはその鏝がパイプの端面に接した状態にある。

ハンマーによって、フィルムと反対側の端を叩かれると、伝達ユニットは瞬時にゴングとの隙間約 0.1 mm の距離を移動し、チップ（部品 3）がゴングに衝突する。そして直後に戻しバネによってゴングから離される。

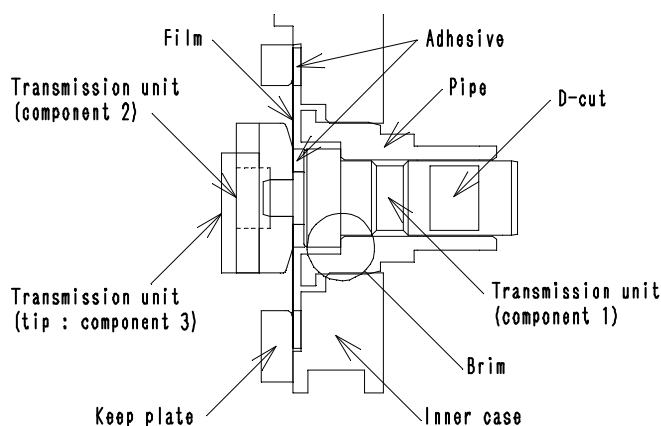


Fig. 4 Structure of the transmission unit area.

(3) ゴング

ゴングは概 C の字状の形状をしており

高音用、低音用の計 2 本ある。その一端は内胴に 2 本のねじで固定されていて、その固定端付近を伝達ユニットの先端チップで叩かれる。ゴングの断面は矩形形状である。ゴングの長さとうみを調整することによって、高音用ゴング、低音用ゴングそれぞれの音程と余韻、2 本のゴングの音の周波数比を作り込んでいる。

2. 2 ムーブメントの特徴

(1) ツイン・パレル

SDMR は限られたスペースの中で最大の持続時間を得るために、2 つの香箱車を直列に噛み合わせて運針に用いている (Fig. 5 参照)。竜頭を回すと巻真から巻上輪列を介し、第一香箱車のゼンマイが巻き上げられる。そのトルクは中間車を介して第二香箱車のゼンマイに伝達される。第二香箱車は運針用連列に噛み合っている。リピーターを駆動する動力は第一香箱車の角穴車から供給される。よって、リピーターを駆動する専用の香箱車は存在しない。SDMR の持続時間は、リピーターを使用せず、ゼンマイを運針のみに用いた場合、三日間である。リピーターを作動させ

ると、1回の鳴鐘につき約3時間の持続に相当する巻き数だけゼンマイが解ける。ゼンマイの残り巻き数は10時半位置にある残量計で確認できる。

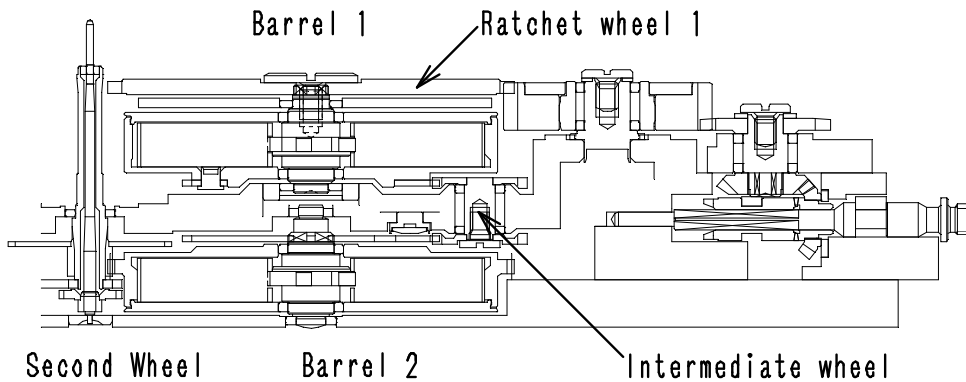


Fig. 5 Cross section of barrels area.

(2) センターホイール

SDMRのリピーター機構はリピーティングラックや、スネイル等、基本的には従来のリピーターウォッチの構造¹⁾を踏襲している。ただし、SDMRはリピーター専用香箱車の代わりに、センターホイールを用いている。センターホイールはFig. 6に示す様に、ソヌリ機構に用いられる構造²⁾である。

Fig. 7に巻真からセンターホイール、スローガバナー（調速機）に至るまでの動力伝達経路を示す。第一角穴車は巻上輪列と、センターホイールに繋がる中間車の両方と噛み合っている。この中間車には、ワンウェイクラッチがある。龍頭を回し、ゼンマイを巻き上げる方向(Fig. 7中、点線の矢印方向 CCW)に第一

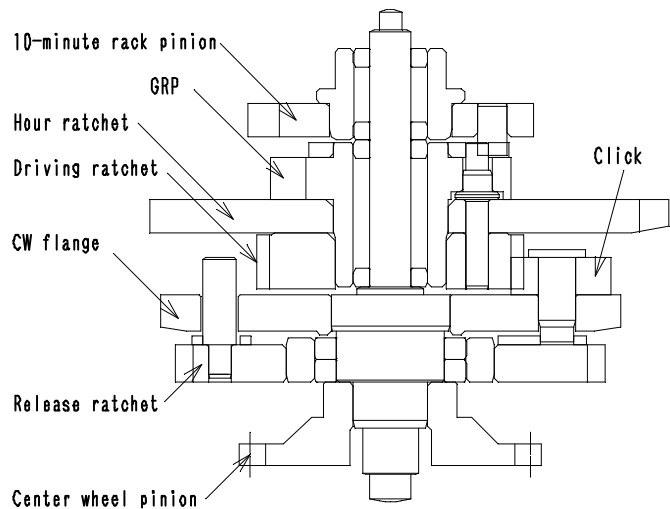


Fig. 6 Sectional view of center wheel.

角穴車が回転する時、ワンウェイクラッチは、第一角穴車からセンターホイールへの動力を切り離す。このため、センターホイールには巻き上げのトルクは伝わらない。竜頭を離すと、第一角穴車は輪列のバックラッシュの分だけゼンマイが解ける方向 (Fig. 7 中実線の矢印方向 CW) に回転し、その回転はワンウェイクラッチを介し、センターホイールに伝わる。しかしゼンマイが解ける方向の回転は、センターホイールのギャザリングラ

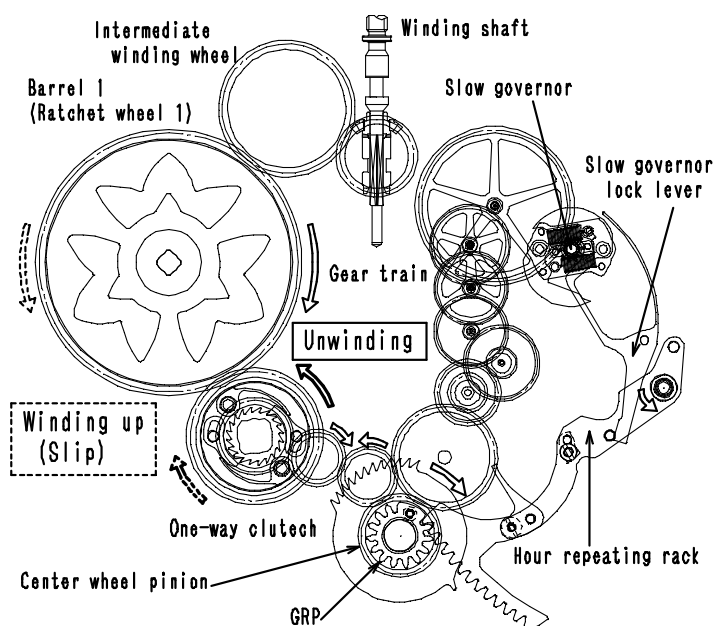


Fig. 7 Power transmission route.

ックピニオン (以下 GRP) とアワーリピーティングラック (以下 HRR) の噛み合いによって止められる。SDMR ではセンターホイールの GRP と HRR がコハゼの役割を果たす。

SDMR は 8 時位置のボタンを押す事でセンターホイールのドライビングラチェットとクリックを切り離し、GRP と噛み合っているラック類をバネによって各スネイルに瞬時に移動させる。その直後にドライビングラチェットとクリックが再度噛み合うと、ゼンマイが解けるトルクでセンターホイールとラック類が駆動され、ハンマーを持ち上げゴングを叩く。SDMR の場合、運針用に前もって巻き上げてあるゼンマイの動力を、センターホイールを利用して第一角穴車から取り出しリピーターを駆動する。

(3) 空気粘性式調速機

SDMR の運針機構はスプリングドライブであり、チクタクノイズは発生しない。ハンマーがゴングを打つ間隔を制御するスローガバナー (調速機) も、それ自身ノイズを発生させない空気粘性式調速機³⁾を用いている。第一角穴車からセンターホイールへ繋がる中間車から分岐した増速輪列を介してスローガバナーが駆動される。

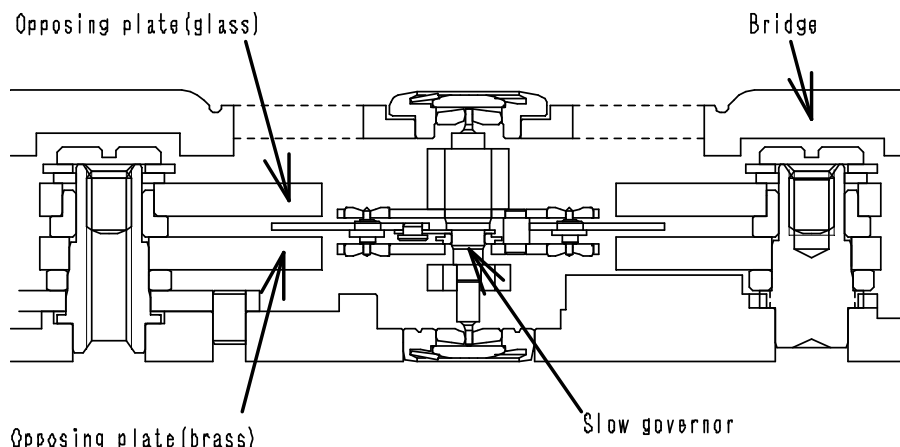


Fig. 8 Sectional view of air viscosity slow governor.

(4) デシマル方式

多くのリピーターウォッチは、hour（時）、Quarter（15分）、minute（分）の順にゴングを鳴らす。Hourは低音のゴングで、Quarterは高音-低音の組み合わせで、minuteは高音で区別する。一方、SDMRはHour、10Minutes、minuteの順でゴングを鳴らす。このデシマル方式を採用した理由は、3つある。一つは日本人にとって、Quarterの概念が不慣れな点、もう一つはQuarter方式の場合、最大14になるminuteが数え難い点である。そして残る最大の理由は、デシマル方式の方が、高音ゴングと低音ゴングの魅力的な音色の組み合わせが鳴る機会が多い事である。Quarter方式では最大3回であるが、デシマル方式では最大5回、2つのゴングの魅力的な音色の組み合わせを聴く事が出来る。

3. 安全機構

3. 1 故障を防ぐための観点

伝統的な構造のリピーターウォッチは確実な操作を行わないと故障に至る場合が多く、操作に気を遣う物であった。一般的にリピーターの故障原因は以下の2点である。

- ① 一旦リピーターが作動し始めた後に再度リピーター用ゼンマイを巻き上げてしまう。
- ② リピーターが作動中に時刻合わせをしてしまう。

①の場合、HRRからスローガバナナーまでの部品を、②の場合、ラックやスネイル、時刻合わせ用の輪列の部品を壊してしまう。

我々はこの様な原因によって発生する故障を未然に防止する目的で、以下の 2 つの観点から安全機構を考えた。

①の原因に対して、センターホイール構造を採用する。

②の原因に対して、竜頭を引き出し中はリピーターを起動させず、リピーター作動中は竜頭の引き出しが不可能な構造にする。

3. 2 安全機構の構造

初期状態（待機状態）の安全機構を Fig. 9 に示す。この状態では竜頭を回してゼンマイを巻き上げる事も、竜頭を引き出して時刻合わせを行う事も可能である。また、8 時位置のボタンを押し込むことで、リピーター機構を起動する事も可能である。

安全機構の構造について、操作手順に従って説明する。

(1) リピーター機構の起動

リピーター機構は 8 時位置のボタンを押し込む事で起動する。外胴に取り付けられたボタンを押すと、ミニッツリピータースタートレバー（以下 MRSL）がクリックポイントまで移動する。抵抗感（クリック感）に抗って更にボタンを押し込むと、MRSL は終点まで一気に押し込まれ、一連の行程が行われる。

クリックポイントを過ぎると、MRSL はその穴の端でセイフティレバーのピンを拾い、一緒に移動する（Fig. 10 参照）。セイフティレバーはロックレバーとカンヌキを移動させる。ロックレバーの移動により、オシドリは移動を妨げられ、竜頭を引き出すことが出来なくなる。また、カンヌキはツヅミ車を移動させ、キチ車との噛み合いを外す。これは第一角穴車が回転している間、竜頭が回転してしまう事を防ぐためである。

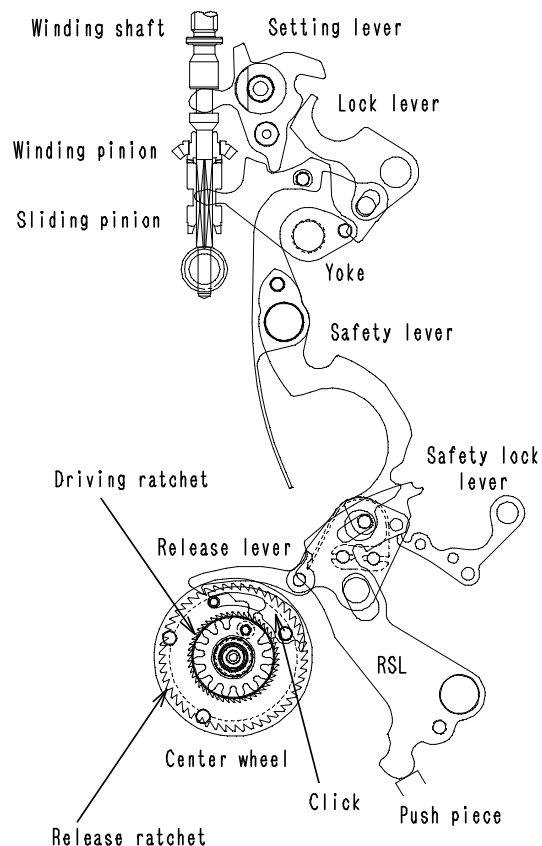


Fig. 9 Safety mechanism (initial state).

次に MRS� はリリースレバーを介してセンターホイールのリリースラチェットを回し、クリックとドライビングラチェットの噛み合いを外す。すると、ドライビングラチェットと一体となっている GRP とアワーラチェットはセンターホイールフランジから解放され自由になる。GRP と噛み合っている HRR、図示しない 10 ミニッツリピーティングラック（以下 10MRR）とミニッツリピーティングラック（以下 MRR）もそれぞれ解放される。

3 つのラックは、バネによって瞬時に各スネイルに衝突するまで移動する。ちなみに HRR は Fig. 7 の図中 CW 方向に回転する。この時、HRR のピンによって規制されていたスローガバナー規制レバーが解放され、停止していたスローガバナーはゼンマイからのトルクにより回転を始める。

スローガバナーが回転を始めると、輪列で繋がっているセンターホイールピニオンも Fig. 10 の図中 CW 方向に回転を始める。センターホイールフラン

ジが、リリースレバーによって先行した後止まっているリリースラチェットに追いつくと、ドライビングラチェットとクリックは再び噛み合い、スネイル類に接して停止していたラック類は順次初期位置に向って戻り始める。

なお、ドライビングラチェットとクリックが切り離された後、MRS� の側面にバネで押し付けられているセーフティロックレバーの先端が、MRS� 側面の凹部に落ちる。

ボタンを抵抗に抗って押し込んでから、MRS� が終点に至るまで上記の一連の動作は瞬時に、連続して行われる。

使用者がボタンから指を離すと、ボタンは外胴に取り付けられたバネで初期位置まで戻る。

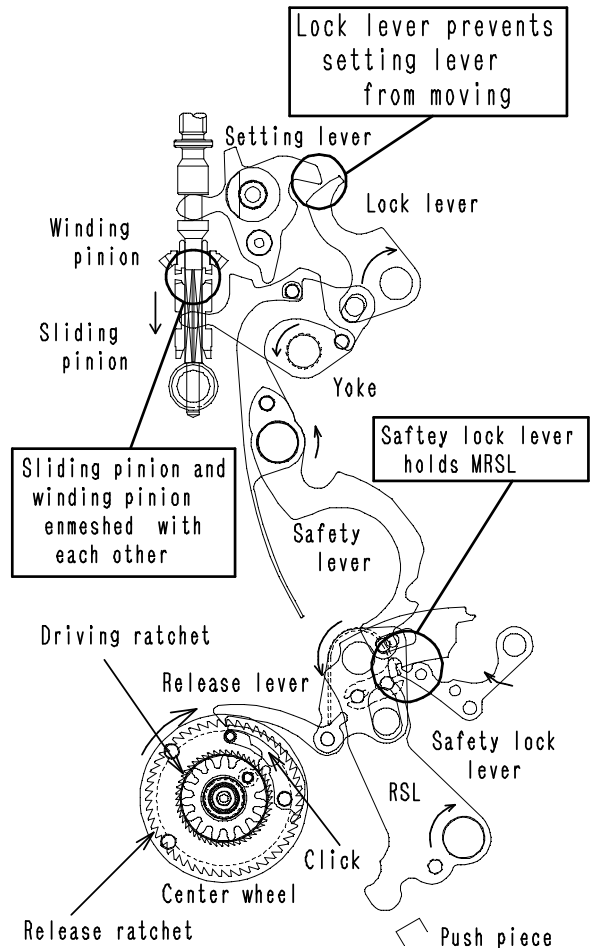


Fig.10 Safety mechanism

(in safety lock mode during chiming).

MRS� も図示しないバネによって初期位置に戻ろうとするが、セイフティロックレバーによってそのままの位置に保持される。このため、オシドリの移動規制も、ツヅミ車とキチ車の切り離しもそのままの状態維持される。リリースレバーも MRS� に保持され初期位置に戻れない状態になる。そのため、再度ボタンを押し込んでも、MRS� がセイフティロックの位置から終点まで移動するだけで、センターホイールをリリースするだけのストロークをリリースレバーに与える事は出来ない。従って、リピーター機構の再起動は行えない。Fig. 10 は鳴鐘中の安全機構の様子である。

(2) 復帰

ラック類はドライビングラチェットと、クリックが再び噛み合った後、ゼンマイからの動力によりトリップを介してハンマーを駆動しながら（ゴングを打ちながら）、初期位置に戻っていく（Fig. 11 図中 HRR は CCW 方向へ移動する）。高音用ハンマーが最後の minute（分）を打ち終わった後、HRR 下面に設けられた突起 (Fig. 11 参照) がセイフティロックレバーを持ち上げ、MRS� の保持を解除する。

MRS� はバネにより、瞬時に初期位置に戻る。MRS� によって規制されていたセイフティレバーが初期位置に戻るためオシドリの規制は解除され、同時にツヅミ車とキチ車が噛み合う。これにより竜頭の引き出し、ゼンマイの巻き上げが可能になる。また、リピーター機構の再スタートも可能になる。

その直後、HRR がスローガバナー規制レバーを引っ掛け、スローガバナーを規制する。スローガバナーがレバーとの摩擦で停止すると、輪列でスローガバナーと繋がっているセンターホイールの回転も停止し、ラック類も停止する。これによってリピーター機構の一連の作動が終了する。この時の安全装置の状態を Fig. 11 に示す。

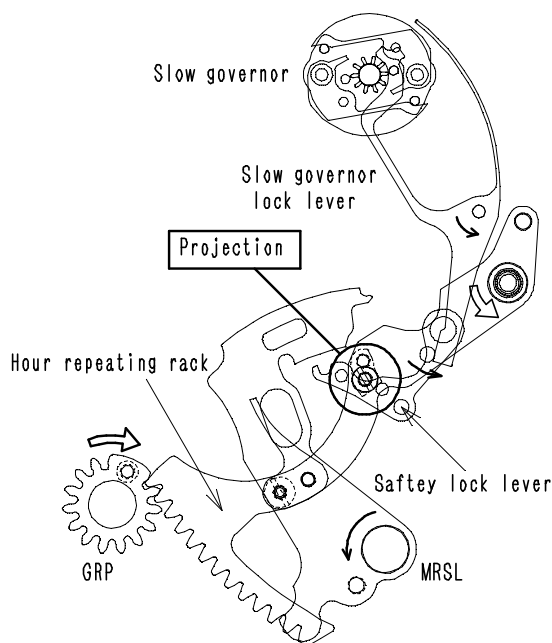


Fig. 11 Safety mechanism
(with the repeater mechanism stopped).

3. 3 竜頭を引き出した状態（時刻合わせ時）の安全確保

時刻修正のため、竜頭を引き出した状態を Fig. 12 に示す。竜頭を引き出した状態でボタンを押すと、リリースポイントに至る前にロックレバーが押しオシドリに接する。そのため、それ以上ボタンを押し込めない。よって竜頭を引き出した状態ではリピーター機構をスタートさせる事はできない。

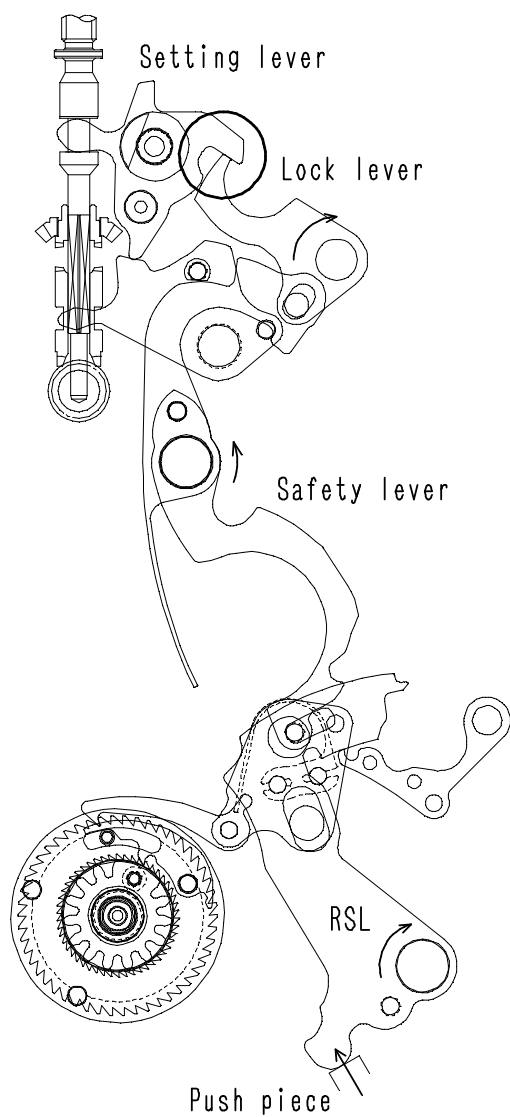


Fig. 12 Safety mechanism
(with the crown pulled out).

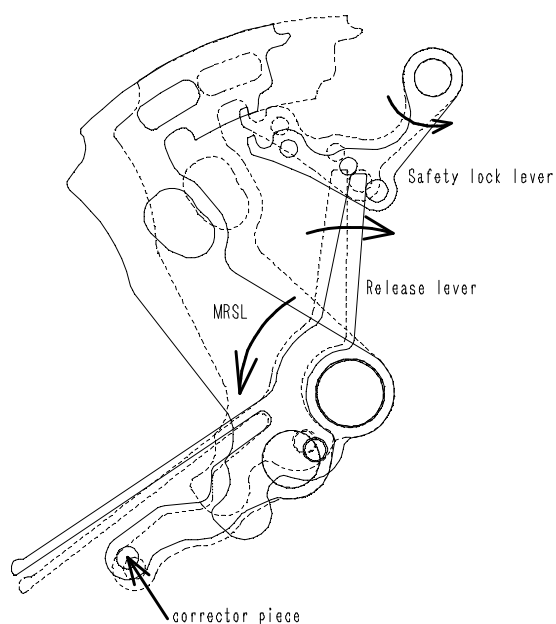


Fig. 13 Release from safety lock mode.

3. 4 セイフティロックの解除

リピーター機構を作動させる前には、ゼンマイが十分に巻き上げられている事を残量計で確認する事を推奨するが、ゼンマイの巻き上げが不十分なままリピーター機構を作動させてしまう可能性がある。

その様な場合、ラック類がハンマーを駆動しながら初期位置に戻る途中で停止してしまう。その時、MRSL はセイフティロックレバーに保持されたままなので、竜頭によってゼンマイを巻き上げる事も、ボタンを押して再スタートさせる事も出来ないままになる。

こうした場合には、ボタン脇にあるコレクターピースを押すことでセイフティロック解除レバーを介してセイフティロックレバーを持ち上げ、MRSL を解放することが出来る (Fig. 13) . MRSL が初期位置に戻れば、セイフティレバーも初期位置 (Fig. 9 の状態) に戻り、竜頭の操作が可能になる。ゼンマイを巻き上げるとラック類が動き出し、初期位置に戻る。

4. 結論

- (1) センターホイールを用いたリピーター機構を採用することで、リピーター機構が作動中に再度リピーター用ゼンマイを巻き上げる事による故障を防止する。
- (2) MRSL を起点としたロック機構により、リピーター機構が作動中は時刻合わせができない、竜頭引出中はリピーターを起動させない事でリピーター作動中に時刻合わせを行う事による故障を防止する。

以上の観点を基に安全機構を設計し、使用者の不注意な操作によって時計が故障する事を未然に防止するリピーターウォッチが実現できた。

参考文献

- 1) Francois LeCoultre: *A Guide to complicated watches, 3rd edition*, Antoine Simmonin, Newchatel, Switerland, pp. 85-159 (2004).
- 2) Francois LeCoultre: *A Guide to complicated watches, 3rd edition*, Antoine Simmonin, Newchatel, Switerland, pp. 159-181 (2004).
- 3) 茂木正俊, 高橋理, 塩原研治: スプリングドライブ ソヌリの開発, マイクロメカトロニクス, Vol. 52, No. 198, pp. 13-22 (2008).

技術報告

アナログ式 Bluetooth 光発電腕時計の開発について

松王 大輔, 荒木 将之, 北嶋 泰夫

シチズン時計株式会社, 東京都西東京市田無町 6-1-12, 〒188-8511

(2014 年 3 月 29 日受付, 2014 年 5 月 12 日再受付, 2014 年 5 月 15 日採録)

Development of Solar Power Analog Watch Using Bluetooth Low Energy

Daisuke MATSUOH, Masayuki ARAKI and Yasuo KITAJIMA

Citizen Watch Co., Ltd, 6-1-12, Tanashi-cho, Nishi-Tokyo-shi, Tokyo 188-8511, Japan

(Received March 29, 2014, Revised May 12, 2014, Accepted May 15, 2014)

ABSTRACT

We have developed solar powered analog watch using Bluetooth low energy (BLE). We think “Beautiful”, “Luxury” and “Hands (Analog)” are fundamental key factors for what watch is, and we believe releasing this BLE watch as an “Solar Power Analog watch” is quite important to expand the new user scenarios. We describe how we tried to combine the new technology “BLE” with a standard analog watch system.

1 はじめに

シチズン時計では、以前から Bluetooth*を利用した時計の開発を行い、携帯電話に着信やメールがあったときに、ユーザーにお知らせする腕時計を販売している。最近普及が進んでいるスマートフォンやタブレットはディスプレイの大型化に伴い筐体が大きくなり、ポケットに入る大きさではなくなった。そのため、身につけて使用する腕時計がスマートフォンと連携して様々な通知をするユースケースはますます需要が高まっている。また、Apple†社が iPhone 4S から Bluetooth low energy (BLE) チップを搭載したことにより、BLE が一般層に広く普及した。BLE は、従来 Bluetooth の 1/5 の電力で動作できる為、低消費電力化に大きく貢献する。¹⁾このような環境を踏まえて、我々は BLE を利用して次のような時計を開発することに至った:

- Eco-Drive(シチズンの光発電腕時計)であること
- アナログ式の腕時計であること

* Bluetooth 商標は、Bluetooth SIG, Inc. が所有しています。本書で使用しているその他の商標およびトレードネームは、各所有者が所有しています。

† Apple は、Apple Inc.の商標です。

2 時計とガジェット

近年では、様々な企業が新たに「腕」上のアプリケーションをターゲットとした次世代時計やガジェットを発表している。その中で、今回我々は時計を光発電腕時計として、そしてアナログ時計として世に出すことに拘った。ビジネスシーンで利用できる美しいアナログ時計に BLE を搭載することで、新たなユースケースを付加することが出来ると考えたからである。Fig. 1 に実際に開発・商品化している「CITIZEN Eco-Drive Proximity」の外観を示す。

3 提供するユースケース

時計は iPhone 4S 以降の iOS デバイスを接続先としてサポートした。iPhone と Bluetooth で接続するため、時計は iPhone を通じて間接的にインターネットに接続されたことになり、欲しい情報をネット上から取得できる。これにより様々なユースケースを考えることができるが、今回はシンプルなアナログ時計であることから、以下のユースケースに用途を絞った。



Fig. 1 CITIZEN Eco-Drive Proximity.

3.1 時刻同期

提供するユースケースの中で、意外にもインパクトがあるのが時刻同期である。電波時計の時刻修正と異なり、iPhone は自分のいる位置のタイムゾーンを知ることができる場合が多い。そのため、タイムゾーン設定をユーザーが時計側で行うことなく、時計は iPhone から正しいタイムゾーンの時刻を取得して、時刻の調整をすることができる。また、マニュアルで時刻合わせをするにしても、腕時計に比べ操作性の優れた iPhone で時刻をあわせることはユーザーにとっても操作感が上がる。

3.2 iPhone 上のイベント通知

iPhone で発生する電話着信などのイベントは、時計に搭載された振動モーターと秒針の指し示す位置でユーザーに通知することができる様にした。身につけた腕時計で iPhone のイベントを受信することができるので、ユーザーは iPhone を鞆にしまっけていても腕時計の表示と振動にて iPhone 上に発生する重要なイベントを知ることが出来る。この時計で知ることが出来る iPhone のイベントは以下の 4 つである。

- 電話着信 - 秒針が 55 秒位置で停止し、ユーザーが確認するまで秒針の運針を停止する。
- E メール受信 - 秒針が 50 秒位置で停止し、ユーザーが確認するまで秒針の運針を停止する。
- カレンダーのアラート - E メールを受信したときと同じ。

- iPhoneが時計から離れた — 秒針が45秒位置で停止し、ユーザーが確認するまで秒針の運針を停止する。

3.3 iPhone サーチ

iPhone と時計が Bluetooth 通信圏内にいる場合、時計の操作で iPhone が鳴動する。この機能を利用してユーザーは iPhone を探すことができる。

4 時計のシステム構成について

4.1 Bluetooth のアンテナ

時計のサイズを小さくする為、ソーラーセルの基材を金属とし、この金属基材自体を Bluetooth アンテナとして使用した。これにより、本来アンテナとして必要な部品をソーラーセルと共通にすることができ、小型化を実現できた。

4.2 機能の実現

本時計システム構成をFig. 2に示す。

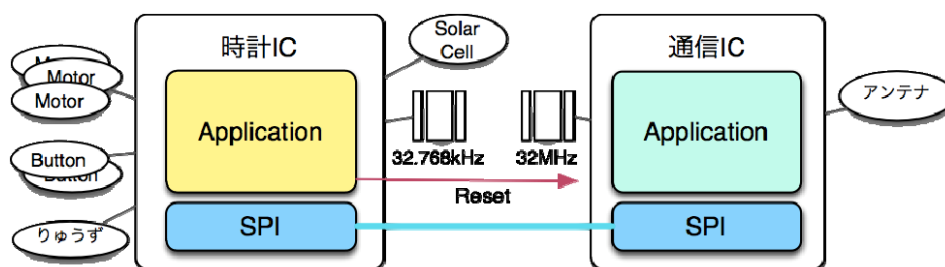


Fig. 2 System Overview.

通常のアナログクォーツ時計と同じ様に、プッシュボタン、りゅうずによる入力処理やモーター動作制御は、時計 IC が行う。そこに BLE チップ(Texas Instruments 製 CC2540)を加えた。本システムでは Bluetooth の機能処理と通常の時計機能処理を完全に分離し、時計 IC は Bluetooth の状態や動作を把握しなくてもよい様にシステムを設計した。2つの IC 間には必要最低限の通信プロトコルを用意し、時計 IC は通信 IC より特定のイベントを受けた時のみ針を動かすことが出来るようにした。2つの IC のメインクロックに差があるため、通信にはクロック信号線で同期をとる Serial Peripheral Interface (SPI)²⁾を採用した。時計 IC と通信 IC は次のような場合に、通信をする。

時計 IC → 通信 IC	通信 IC → 時計 IC
ユーザーが時計の Bluetooth 機能に関する操作をしたとき	通信 IC が Bluetooth イベントを検出し、時計の針や振動モーターに動きが必要なとき

ここで注目したいのは、時計 IC は通信 IC がどんな状態であるのかを把握しないまま情報を送っていることである。時計 IC は通信 IC からイベントやメッセージを受けると、相手の状態に関係なく、その時に望ま

れる針の動作をする. このように機能を分離することで, 時計 IC は針の運針や位置制御などに専念することができ, Bluetooth に関する状態遷移を把握する必要がなくなった. 同じ理由で通信 IC は, 時計の状態を把握しない. また, Bluetooth に関する動作に変更をしたい時も通信 IC のプログラムを変更するだけでよい. これにより, 通信 IC 部分が他の IC に置き換わったとしても, 時計 IC とのプロトコルに対応することで, 現在のシステムに統合することが出来る.

4.3 時計 IC と通信 IC の通信

通信 IC は, 通常の時計の電力と比べるとかなり電力を消費するので, 通信 IC は極力スリープ状態にする様に構成した. 例えば, 時計 IC と通信 IC のクロックスピードには約 1000 倍の差があるため, 通信 IC は SPI 通信中にも, 無駄な電力を消費してしまう. これを防ぐために, 通信 IC は SPI 通信中のときも次のデータが時計 IC から到着するまでスリープしている. この例のように電力を下げるために, 極力通信 IC を動かさない様にすることで, 光発電方式の BLE 時計として成り立たせることができた.

5 ソフトウェア構成

Fig. 3 にソフトウェア構成の概略図を示す.

ここで iPhone の Bluetooth 機能の実装について述べる. 通常のヘッドセットなどの Bluetooth 機器の例から考えると, Bluetooth 機器は iPhone

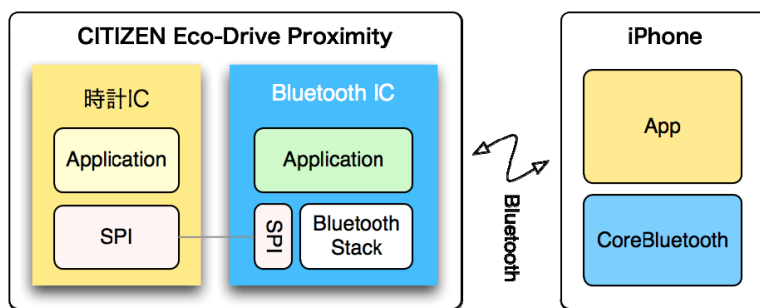


Fig. 3 Software overview.

に接続され, すぐに望んだユースケース(ヘッドセットの場合は無線で音声ヘッドセットに飛ばす)を実現できる. これは, ヘッドセット用の Bluetooth プロファイルが iPhone に搭載されているからである. しかし, iPhone の BLE 環境上には, 我々が考えているようなユースケースを実現するプロファイルは載っていない. そのために, iPhone 側にも, 時計に BLE を介して情報を渡すアプリケーションを開発する必要があった. (iOS6.x 時点. iOS7 からはアップル独自の ANCS というサービスが BLE 環境上で提供されている.) Apple 社からは, その開発環境は全て提供されていて, Fig. 3 の通り, 我々はユースケースを実現するために, iPhone 用のアプリ, 通信 IC 用アプリケーション, そして時計 IC 用のアプリケーションの3つのソフトウェアを開発した. それぞれのアプリケーションに対し, ユースケースを実現する上で必要な機能を以下の様に振り分けた.

- iPhone アプリ — iPhone の着信イベント, カレンダーイベントの監視.

メールチェックを行い, 通知の必要がある場合に, BLE を通じて時計に通知する.

時計の検出・接続・切断機能.

iPhone Search 時に音源を鳴らす.

- 通信 IC — iPhone との接続・切断.

BLE イベントの監視, 及びイベント受信時の時計 IC への指針要求の発行
(時計 IC との SPI 通信).

時計 IC からの操作イベント(SPI 経由)の監視.

- 時計 IC — 時計の制御.

ユーザーの入力検出.

通信 IC へのコマンド送出(通信 IC との SPI 通信).

通信 IC からの BLE イベント(SPI 経由)の監視.

このように機能を小さなモジュールに分解し, 各モジュールの機能的結合度を下げるように構成したことにより, バグの抽出や変更作業を効率よく行うことができた. 結果として, それぞれは自分自身の状態の管理だけを行えばいいことになり, 管理すべき状態数が減り, コーディングをシンプルにすることが出来た. また, 通信相手は自社製品ではない為, 腕時計側のシステムの動作を通信相手の実装に合わせるしかない. 更にその通信相手はスマートフォンであり OS 自体のアップデートにより動作に変更が入る可能性も十分にあり得る. このような部分は今までの時計を開発する上ではなかった条件で, 仕様を決める際でも多々苦勞した. モジュールを機能単位で小分けし, 相手の実装が今後どのように変化しても変更内容を最小限に留めてリスクを小さくすることは, 他社製品との通信機能を実現する上で重要だと考える.

6 まとめ

「CITIZEN Eco-Drive Proximity」では, Bluetooth 機能を時計に付加しながらも, 時計本来の美観・外観を損なうことなしに, 光発電腕時計として新たなユースケースを市場に提案することが出来た.

7 これから

Internet of Things (IoT)の広がりによって, これから先 Bluetooth low energy がインフラへの接続手段として選ばれることが増えると予想される. これからも BLE チップは改良されていき, 消費電力がどんどん小さくなっていく傾向が既に見られている. 腕時計としての新たな価値・ユースケースを訴求するために, 様々なモデル展開, 応用商品の展開を目指したい.

参考文献

- 1) 小山, 道蔦, 松王:Bluetooth Working Group の仕様策定活動について, マイクロメカトロニクス, Vol. 56, No. 206, pp. 34-39 (2012).
- 2) Motorola, Inc.: SPI Block Guide V03.06, Document Number - S12SPIV3/D (2000).

研究会報告

3Dプリンタ「現状と今後の可能性」

講師 小林 広美 株式会社スリーディー・システムズ・ジャパン
パーソナル&プロフェッショナル 3D プリンタ事業部

参加者 19名（正会員 10名，非会員 9名）
セイコークロック株式会社 5名（正会員2名、非会員3名）
セイコーエプソン時計株式会社 1名（正会員）
セイコーインスツル株式会社 3名（正会員2名、非会員1名）
リズム時計工業株式会社 1名（正会員）
中央大学 1名（正会員）
東京大学 1名（正会員）
シチズンホールディングス株式会社 2名（非会員）
シチズンマイクロ株式会社 1名（正会員）
シチズン時計株式会社 4名（正会員1名、非会員3名）

司会 渡辺 滋 シチズン時計株式会社 時計開発部

*2013年11月15日 中央大学 後楽園キャンパス 新2号館7階2735号教室にて開催

第1部 講演

1. 注目される「3Dプリンタ」

「21世紀の産業革命」— 2012年8月、米国オバマ大統領が声高々に発表した国家プロジェクトでは今後4年間で1000カ所の高校に3Dプリンタを完備した「工作室」を開くプログラムと、3Dプリンタ技術研究機関を設立する計画が盛り込まれ、世界中に3Dプリンタの存在を知らしめた。同時期に発行されたクリス・アンダーソン氏の著作「メーカーズ」では、“今日の起業家は、オープンソースのデザインと3Dプリンタを使って製造業をデスクトップ上で展開している”と紹介し、DTPならぬDTF(Desktop Fabrication)によって誰でも個人でメーカになれる可能性を唱え、大きな話題となった。また日本でも安倍内閣の「日本再興戦略」として組み込まれた。

製品としては、ここ最近で10万円台～の個人向け低価格3Dプリンタの誕生する時代となった。そこには、下記のような背景がある。

- ・FDM技術の基本特許が切れた
- ・RepRapプロジェクトによりopen source 3Dプリンタが登場、誰でも低コストで製作できるように
- ・技術がシンプルで開発しやすい
- ・材料（ABSフィラメント）も入手しやすい



Fig.1

2. 3Dプリンタ，成長を続けるマーケット

3Dプリンタはこの30年で高機能化や低価格化が進み、3D CADの普及と共に3Dデータ活用法の1つとして一般的になり、世界中で積極的に導入されている。関連市場は平均年率26%以上で成長しており、Wohler's Reportの統計では、2021年までに1兆円産業になると予測されている。ちなみに、2012年の弊社の3Dプリンタの売上は前年度比91%成長した。

ゼネラル・エレクトリック製造・素材部門技術部長、クリスティーン・ファーストス氏は、「GEは3Dプリンタのビジネスに参入する計画はありません。あくまでも3Dプリンタのユーザーとして、社内でそれをどう活用してゆくか？という点に集中し、戦略を練っています。」

「現在のところ、GEのモノ作りの過程においては、3Dプリンタを試作品の製作などに活用している事例は10%以下ですが、将来は、試作品の作成、医療機器やジェット・エンジンのパーツの作成などの場面の“50%”で3Dプリンタが活躍することになるでしょう。」と述べている。

3. 3Dプリンタの基本的な仕組み

一般に”プリント”と呼ばれる「積層造形法」は、1980年代に発明された比較的新しい成形技

術である。これは、光硬化樹脂や熱可塑性樹脂などの材料を薄い層として「必要な分だけ、固めて積み重ねる」ことで、立体模型を自動造形するという画期的な方法である。

まず、コンピュータ上で造形対象となる3Dデータを3次元CADなどで作成する。その3次元幾何形状を例えば0.1mmなどの積層ピッチに合わせて薄くスライス化し、薄板を重ね合わせたような2次元スライスデータを複数枚作成する。そのスライスデータと同一の形状になるように、材料を何らかの方法で固めて物理的に0.1mm厚などの薄い層（レイヤー）を作る。それを一層ずつ接着しながら高さ方向に積み重ねていき、最終的には、設計データと同一の立体模型ができ上がる。

Additive Manufacturingと呼ばれる3Dプリント法は、従来の切削工具で金属や樹脂を削り取っていくSubtractive Manufacturing：切削加工とは、全く異なる発想の手法である。3Dプリント法には、切削加工に比べていくつかの明らかな特徴がある。

1. 必要な材料しか使わずエコである

2. 成形できる形状の自由度の高さ

3Dプリントは材料を積み重ねながら作るため、中空や入れ子状など、どんな複雑で有機的な形状でも理論上作ることができる。

3. 同一時間内で多数の異なる形状のパーツを製造できる

4. データからほぼ全自動で同じ品質のパーツを繰り返し作れ、特別なスキルはほとんど必要としない

一方デメリットとしては、

1. 利用できる材料が限定される

2. 積層という性質上、どうしても階段状の積層跡が残る

3. 射出成型品に比べ材料費が高い

などがある。そのため、現在はスピードが求められる試作品、販促用、さらには少量多品種生産などで主に利用されている。

4. スリーディー・システムズ社

米国サウス・カロライナRock Hillに本社のある、3Dプリンタの業界最大手の総合メーカー。1984年に創始者のチャック・ハルが世界初の積層造形となる「光造形技術（Stereolithography）」の特許を取得、1987年に世界初の光造形装置SLATM-1を商用化。3Dプリンタ業界でデファクトとなっている”STL”というファイル形式を定義。“3D Content-To-Print”というスローガンで3Dデー

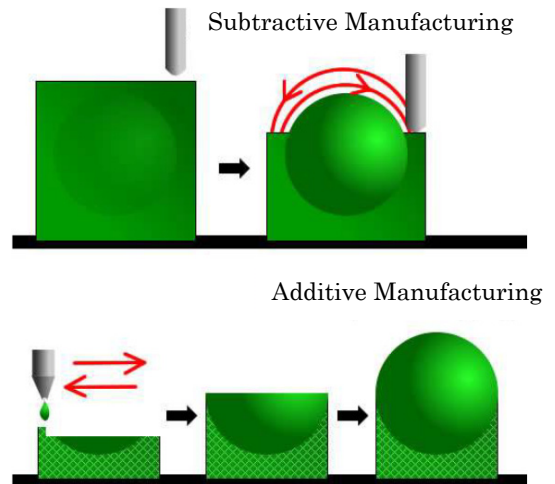


Fig.2

タやコンテンツも重要に考え、誰もが恩恵を受けられる3Dプリント環境と3Dコンテンツ基盤を展開している。現在の事業の柱は、(1) 3Dプリンタ製造販売 (2) コンシューマ事業 (3) サービスユーザー事業(4) 医療。

5. 7種類の3Dプリントテクノロジー

3Dプリンタにはオールマイティな技術はなく、積層する方式と利用する材料によって適用分野が異なる。スリーディー・システムズ社では7つの造形技術をラインナップしている。

5-1. 熱溶解方式 (PJP : Plastic Jet Printing)

ABSやPLA (ポリ乳酸) などの熱可塑性樹脂を、Extruder (ヘッド) 内で190～280度の熱で溶かし糸状にして、プラットフォーム上に一筆書きのように積層する。個人向けのパーソナル3DプリンタCube®とCubeX®でPJPを採用。個人のほか、教育分野、デザイン部門などで採用。

5-2. フィルム転写方式 (FTI : Film Transfer Imaging)

紫外線硬化性アクリルレジンを透明フィルムの上に薄く敷き、その下からデータの形状に従った紫外線を一括露光させて一層分を固める方式。固まった部分は造形プレートに固定され、上から下に向かって0.1mmずつ積層される。PJPに比べて積層段差が少なく、形状確認～簡単な試作目的に最適。

5-3. フルカラー方式 (CJP : Color Jet Printing)

造形材料となる石膏ベースの粉末を薄く敷き詰めて、その表面にカラーインクとバインダーをインクジェットノズルから噴射し一層ずつ固めて積層。モノクロ (ホワイト) から、最大600万色のフルカラーでのモデルの製作が可能。特徴は、スピードの速さ、ランニングコストの安さ、そしてカラー造形。特にプレゼンテーション用、デザイン検討モデルや、ビルや住宅などの建築模型、医療模型などの事例が多い。最近では3Dスキャナと連携して、個人のミニチュアフィギュアモデルの製作が特に注目。

5-4. マルチジェット方式 (MJP : Multi Jet Printing)

紫外線硬化性アクリル樹脂と、サポートの役目を担うためのワックス (蠟) を、600以上あるインクジェットのノズルから噴射し、UV露光によって硬化させる手順を繰り返して立体モデルを造る。高精細、高解像度が実現。最小積層ピッチが16μmであることを活かし、積層段差が目立たない極めて滑らかなモデル表面や、高い寸法精度を実現。

5-5. 光造形方式 (SLA : Stereolithography)

世界で初めて実用化された積層造形システム。光造形では、紫外線が照射されたところだけが硬化するという特性を持つエポキシなどの“光硬化性樹脂 (photopolymer)”を、VATと呼ばれる水槽に溜める。紫外線レーザなどを光源としたスポット光を、ガルバノミラーやXYプロッタなどを

使って樹脂表面に当てて断面形状を硬化させ、一層ずつ固めながら立体的な樹脂モデルを造形する。

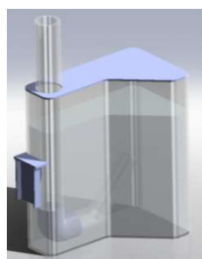
5-6. 粉末焼結方式（SLS：Selective Laser Sintering）

主にナイロン（ポリアミド12）を主とした樹脂粉末材料を、スライスデータに従って一層ずつ、CO2レーザの熱で焼結させることを繰り返してモデルを造形する。極めて丈夫で耐久性の高いモデルを造形出来ることが大きな特徴で、オーダーメイド性の高いものや、小ロットものの、最終製品の生産に用いられている事例が最も多い。

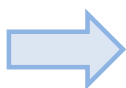
5-7. 金属粉末造形方式（SLM）

ファイバーレーザーにより金属粉末を焼結、スチール、ステンレス、アルミ、コバルトクロム、チタン合金の他、セラミックスにも対応。高精度、高解像度、高密度であるため、歯科、医療、タイヤ、時計宝飾、航空宇宙、ツーリング、自動車、パッケージなどの、主に最終パーツ製造や金型製作に利用されている。

6. 3Dプリンタの導入効果（試作の内製化）



3D CAD で設計



3D printerで作ると約7000円、1日で行える

外注すると約10万円、
1~2週間かかる

Fig.3

○試作を外注から内製化しコスト・開発時間の短縮

- ・コストの削減
- ・時間の短縮
- ・デザイン～設計サイクル(try & error) を高める事で
商品の品質を向上し市場投入時間を短縮
- ・機密データの漏洩防止



Fig.4

○コミュニケーション販促ツールとして売上に貢献

- ・誤解をなくし、顧客の理解を高める
- ・営業が新製品を売るためのツールとして活用
- ・展示会でのアピール



Fig.5

7. 3Dプリンタの適用範囲

モデル Model	試作 Prototype	パターン Pattern	ツーリング Tool	パーツ生産 Part
3-D Printing				
Communication コミュニケーション	Validation 確認・テスト	Replication レプリカ・複製	Pre-Production 試作・試作型	Manufacturing 少量ロット生産 DDM (Direct Digital Manufacturing)

Fig.6

○航空機やヘリコプター部品

一機あたり32個以上，3Dプリントされた
SLSパーツを装着



Fig.7

○自動車関連パーツ



Fig.8

○家電，OA機器，精密機器，スポーツ用品，一般消費財



Fig.9

○タイヤ溝金型，航空宇宙，部分補綴（デンタル），時計 & 宝飾（金属造形）

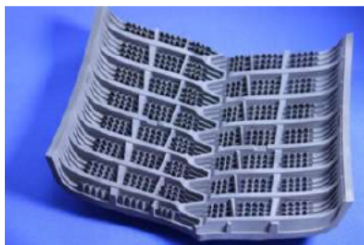


Fig.10

○建築，住宅，土木，GIS立体地図



Fig.11

○フィギュア，記念品，ギフト



Fig.12

○医療応用



Fig.13

8. 3Dプリンタを使った新しい生産システム

金型を作らずにデータから直接成形できる3Dプリント法は、「少量のカスタムメイド」，「オンデマンド型の製品開発と生産システム」を実現するための基盤技術となる可能性がある．アメリ

カShapeways社はこの可能性にいち早く着目し、オンラインで一点モノの商品を展開、受注後にデータから3Dプリントして生産し、付加価値の高いビジネスモデルを作り上げた。Freshfiber社やFreedom Of Creation社も、3Dプリントした家具やグッズをオンライン販売し、新しいスタイルのe-Commerceをビジネスにしている。

3Dプリンタによるエンドユース品の生産には、まだ利用できるマテリアルの種類が少ないなどの制約もあるが、主に以下のような特徴とメリットがあり、将来の新しい製造手法として着目されている。

- ・金型設計・製作、射出成型などの多くの製造メソッドを省略できる（時間・コスト）
- ・デザイナの意図がほぼそのまま製品に反映でき、今まで作れなかった製品が作れる（自由度）
- ・在庫を持つ必要がなく、必要な時にデータから3Dプリントして製造できる（設備投資を最小限に）
- ・データと成形が直結しているため、ワンオフ生産などカスタマイズが容易

特に医療分野では、マウスピース歯科矯正、デジタルカスタム補聴器、外科手術支援ツール、その他インプラント、再生医療など一つ一つ仕様や形状が異なる最終品や治具・型の製作に、3Dプリンタが利用されている。医療はCT, MR, 超音波などの患者固有の医療診断3Dデータがベースとなるカスタム対応であるため、3Dプリンタでなければ実質対応できず、今後も適用は拡大されると予想される。

9. 新しい取り組み

- ・複合マテリアル対応、大型マルチジェット3Dプリンタ

500mmサイズの大判で高精細：533 x 381 x 300 mm

- 1) 軟性マテリアル（ゴムライク・黒）
- 2) 透明マテリアル（ポリカーボネートライク・透明）
- 3) 剛性マテリアル（ABSライク・白）

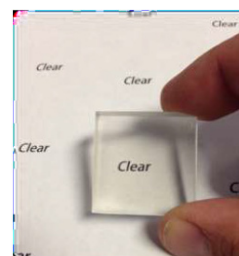


Fig.14

- ・プラスチック・フルカラー3Dプリンタ

世界初の開発

・Geomagic Solutions

現物を3Dデータに数値化してコンピュータに取り込んだり、図面化できない文化遺産などをデジタル化してレプリカを作るには**3D**スキャナが必要。しかし、どんな3Dスキャナも、手直しなしで完全な3Dデータを自動生成するのは現時点では無理であり、そのため後処理としての手作業のデータ修復は必須。

そこで利用されるのが、コンピュータ支援ツール。3DスキャンとCADデザインを一体化させた、数値にとらわれない自由形状モデリングが得意なユニークな3Dデザインツールを開発。デザイナーや原型師、技工士などが手作業で行っていた感覚的な作業をデジタルで再現、アナログとデジタルのギャップを統合した。他のツールでは難しい操作が直感的かつ容易にできるため、3DスキャンデータやCTやMRなどの医療画像データの後処理にも利用される。

10. 最後に

Forbesでは次のように予測しています：3Dプリントは産業を強化させるでしょう、カスタム化はより一般的になるでしょう、3Dプリンタによりイノベーションが加速されるでしょう、3Dプリンタを利用した革新的な新規事業が生まれるでしょう、3Dプリントショップがショッピングモールに出現するでしょう、より多くの3Dプリンタが工場の生産ラインで利用されるでしょう・・・3Dプリンタの低価格化や高機能化、3Dデジタルコンテンツの広がり、3Dプリントを利用した様々な新事業、個人向けソリューションなどによって、「3Dプリントの民主化」が加速されています。3Dプリンタは従来のものでづくりの手法を補間し拡張するものとして、今後5-10年で製造業や人々の生活・価値観を変える影響力を持つと言われています。ものづくり（Fabrication）が個人レベルに広がると、「自分ゴト」として今までにない新しい経験や喜びに夢中になるでしょう。少量・多品種生産、オンデマンド、マス・カスタマイゼーションなど、時代の要求に応える成形方法として、3Dプリント技術と市場は今後も発展し、アイデアと工夫次第で、新規事業化によるビジネスチャンスも広がっていくことでしょう。

第2部 質疑応答

質問：サンプル手に取ると、臭いが感じられるが、生体に利用する場合問題ないのか。

回答：たとえばマウスピースで利用する場合は、専用マテリアルが準備されており問題ないと思われる。必要な場合は、滅菌処理、洗浄やコーティングなどの後工程追加も考えられる。

質問：金属材料についても今後の広がりがあるのか

回答：金属材料については、フェニックスシステムズ社を買収した後精力的に行われており、ユーザーにカスタマイズすることもできるようになっている。金属についても、様々な材料が使えるようになっているが、今後も材料開発が必要である。

質問：3Dプリンタの今後の方向性について聞きたい

回答：最近の動向としては、低価格方向に進んでおり、ホームユースとしての装置まで達している。どのような価値があるか、まずは使ってもらうということが大事。そして活用範囲が広がるためには、作成するもののコンテンツが重要となってくる。そこには、データの流通も大事である。専用データをダウンロードして誰でも自由に活用できる、クラウドプリンティングのサービス形態も進みつつある。材料としては金属も出来るようになり、今後多様化していくだろう。

質問：積層ピッチや製造時間について聞きたい

回答：パーソナルタイプでは、0.1~0.2mm程度。MJM方式では、最小16 μ mピッチで通常は20~30 μ mピッチである。精度としても $\pm 20\mu$ mくらいである。光造形のタイプも同程度である。ただし、収縮があるのでそれを見込む必要はあり、Z方向は安定であるが、XY方向の方がくると大きくなる。

積層時間は、MJM方式で1cm積むのに2~4hrくらいである。

CJP方式では、2~3cm/hrで積層することができる。

質問：コストパフォーマンスはどうであるか

回答：本格的な試作用の装置としては、1000万円くらいは必要であるが、試作を考えた場合外注した場合の試作費用との比較ということになり、一概にどちらが高いとは難しい。

ただし、3Dプリンタでは+ α の効果として、全部の部品が制作可能であるというところがあり、プレゼンテーションやコミュニケーション用のツールとしては、非常に有用となる。

また、作ったものが動く、動かないなどが示せて、教育的な効果も狙える。

分科会報告

時計ものづくり研究調査分科会 報告書

幹事 木村 南

東京工業高等専門学校, 東京都八王子市櫛田町 1220-2, 〒193-0942

1. はじめに

時計に関するものづくり技術についてマイクロメカトロニクス誌 vol.42-1(1998)～vol.55-204(2011)までを調査し, 時計に関係する論文・解説・製品紹介等 99 件を抽出した. その中で主として時計ものづくりに関係する文献は 57 件であった. その内訳は時計部品の加工技術に関して 9 件, 電子デバイス・実装技術に関するものが 12 件, 主として時計の製品開発事例が 21 件, 設計・機構等に関する事例が 7 件, センサ技術とその応用 4 件, その他 4 件であった. 2010 年～2012 年の時計ものづくりに関する調査を簡単にまとめ報告する.

2. 時計ものづくりにおける技術動向

2. 1 機械式時計

スイス高級時計の売り上げ増加により, 高級時計は機械式というイメージが定着し, 時計各社では機械式時計に関する研究論文, 製品紹介, デザイン戦略などが報告されている. メカムーブメント開発への CAD 利用例としてセイコーインスツルの山中ら¹⁾は U-graph を用いて通常の半分の 6 か月で Cal.6S74A の干渉チェック, 構造解析, 機構解析を行い通常の半分の 6 か月で開発した. さらに同社の高橋らは 3 次元 CAD を用いてばね機構による巻真切替やクロノグラフ機構のシミュレーションで基礎試作を行わないで短期間での商品化が可能になったとした. セイコーウォッチの加藤は「雫石高級時計工房」での高精度機械式 9S の開発などの展望を述べている³⁾.

所ら⁴⁾は Cal.9S67 の開発において従来技術であれば数か月を要したぜんまいの持続時間の延長技術を FEM 解析の導入によりぜんまいの持続時間は 50 時間から 72 時間に延長する技術を 3 か月で達成した. オリエント時計の平林はメカ時計のデザイン戦略を「レトロフューチャーシリーズ」を事例として展望した⁵⁾. そして重城は高級時計に UV-LIGA プロセスによるシリコン製がんぎ歯車や DLC 膜により無注油が可能になるなど新素材の応用による機械式時計の高精度化の試みについて解説している⁶⁾.

2. 2 スプリングドライブ

セイコーエプソンの橋本ら⁷⁾はぜんまい駆動高精度ウォッチにおける針合わせ直後から正確な時刻表示が可能となる起動機構を CAD 設計により短時間で達成した. 原は⁸⁾ぜんまいの巻過ぎ防止機構と運針停止機能の開発を行い, 永坂は起動機構においてひげばねを使いコギングトルク以

上でローターの回転と同じ 8Hz に設定した⁹⁾、機構開発設計における CAD 化が短時間での開発を可能にしていた。

2. 3 KINETIC

セイコーエプソンの赤羽らは 3DCAD による 1/10 秒クロノグラフ歯車設計、ハートカムの帰零力の安定化やアルミ合金歯車の採用により慣性値を 1/3 にして CAL.9T を開発した¹⁰⁾。藤沢らは時計が 72 時間静止状態になると運針を停止して、回転錘が動くとき高速モータにより現在時刻を表示する KINETIC Auto Relay の開発事例を報告している¹¹⁾。永坂らはクロノグラフ車のすべりトルクを小さくして Cal.9T に比べて総部品点数を半減した 176 部品による Cal.7L を開発した¹²⁾。小池は KINETIC 開発の 20 年間の技術ポイントとして①消費電力の低減②発電性能向上③低リーク回路を挙げ、整列コイル巻線技術の開発で巻線効率を 30～40%向上できた。開発時に比べ持続時間は 50～200 倍向上した¹³⁾。

2. 4 ソーラー時計

シチズン時計の村上らは水晶発振器の保護ダイオードの接合容量の変動を抑制するような回路変更および非接触式歩度調整システムにより年差時計 Cal.A735 を開発した¹⁴⁾。長らはソーラーセルを文字板外周部に配置したリングソーラーウォッチを開発した¹⁵⁾。

2. 5 素材・加工技術

セイコーインスツルの久保木らが FEM 解析を応用した超塑性鍛造技術によりチタン材による時計外装について報告している¹⁶⁾。

3. 時計ものづくりのまとめ

90 年代後半から 3 次元 CAD/CAM/CAE が時計設計に本格的に導入されて、従来のように多数の試作を経て新技術・新製品が開発される手法から、3 次元 CAD によるプレゼンテーション、CAE によるシミュレーションによりものづくり知識の共有化と開発期間が短縮されるようになった。今後は時計ものづくりとして機械式時計におけるメンテナンス技術・技能に関する 3 次元 CAD/CAM/CAE との関連技術が重要になると思われる。

参考文献

- 1) 山中直晃ら:3 次元 CAD によるメカクロノグラフの開発設計,マイクロメカトロニクス,vol.42-3,(1998),pp.73-81
- 2) 高橋岳ら:解析を活用したメカクロノグラフ時計の開発,マイクロメカトロニクス,vol.44-3,(2000), pp.27-36
- 3) 加藤幸則:セイコーの高級時計の取り組み,マイクロメカトロニクス,vol.49-193,(2005),pp.73-79
- 4) 所毅,平野圭:長持続・高精度機械式時計の開発,マイクロメカトロニクス,vol.51-197,(2007),pp.1-7
- 5) 平林善雄:オリエントレトロフューチャーシリーズの開発,マイクロメカトロニクス,vol.49-193,(2005),pp.55-60

- 6) 重城幸一郎:機械式時計の高精度技術の展望,マイクロメカトロニクス,vol.53-200,(2009), pp.67-73
- 7) 橋本泰治ら:自動巻発電時計における携帯中の回転錘の運動,マイクロメカトロニクス,vol.42-2,(1998), pp.11-18
- 8) 原辰男:SPRING DRIVE ウォッチの巻過ぎ防止と運針停止機能,マイクロメカトロニクス,vol.45-3,(2001),pp.1-9
- 9) 永坂栄一:SPRING DRIVE ウォッチの起動機構,マイクロメカトロニクス,vol.45-4,(2001),pp.56-63
- 10) 赤羽秀弘,小池信宏:KINETIC クロノグラフウォッチの開発,マイクロメカトロニクス,vol.43-2,(1999),pp.15-24
- 11) 藤沢照彦,小島博之:新 KINETIC システム Auto Relay の開発,マイクロメカトロニクス,vol.44-1,(2000),pp.43-50
- 12) 永坂栄一ら:KINETIC クロノグラフウォッチの開発(Cal.7L),マイクロメカトロニクス,vol.48-4,(2004),pp.1-7
- 13) 小池信宏:KINETIC の技術動向と展望,マイクロメカトロニクス,vol.53-200,(2009),pp.100-113
- 14) 村上哲功ら:高精度ソーラーウォッチの開発,マイクロメカトロニクス,vol.42-3,(1998),pp.46-53
- 15) 長孝ら:リングソーラー時計の開発,マイクロメカトロニクス,vol.46-3,(2002), pp.32-42
- 16) 久保木功ら:腕時計チタンケースの熱間鍛造における 2 次元化モデル解析,マイクロメカトロニクス,vol.42-1,(1998),pp.1-10

解 説

「時計技術解説」 クォーツ時計

—— V. デジタル時計概論 ——

吉澤 弘*

1. はじめに

クォーツ腕時計は、伝統的な指針によって時刻表示を行うアナログ方式と液晶等の表示素子に数字で時刻を表示するデジタル方式に大別できます。今回は、デジタルクォーツ腕時計が誕生した歴史とともに、それを支えた技術の概要について紹介します。

2. デジタルクォーツ腕時計の誕生

1969 年 7 月、人類史において記念すべき出来事がありました。アポロ 11 号による月面着陸です。そしてこの年も終わりに近づいた 12 月、工業史においても画期的な出来事がありました。世界初のクォーツ腕時計の発売です。この諏訪精工舎(現セイコーエプソン)が開発したセイコークォーツアストロン 35SQ は、中三針(時、分、秒)のアナログ式のクォーツ腕時計でした。その性能は、月差 ± 5 秒、日差 ± 0.2 秒と、当時の機械式時計の日差 20 秒を遥かに凌駕する超高精度なものでした。また、価格は、大学初任給が 4 万~5 万円の時代に、45 万円もしましたが、それでも世界初のクォーツ腕時計ということで、世界に大きな衝撃を与えました。

諏訪精工舎を代表とする日本の時計メーカーと CEH (Centre Electronique Horloger) やロンジン等のスイス勢がアナログクォーツ腕時計の開発にしのぎを削っていた頃、アメリカ大陸では全く新しい時計の誕生に向けて着々と準備が進められていました。世界初のアナログクォーツ腕時計の発売に遅れること約半年、1970 年 5 月に、米国ハミルトン社(HMW 工業)が、「パルサー」の名で発光ダイオード(LED)表示のデジタルクォーツ腕時計の開発に成功したと発表しました。そして 1972 年に、ステンレスケースで 275 ドル、18K ケースで 2100 ドルの市販機が発売されました。CMOS(相補性金属酸化膜半導体)・IC と低電圧 LED、充電式電池で構成された、針や歯車などの機械的駆動部分を全く持たない全電子式ソリッドステート(個体)腕時計の登場でした。しかし、LED は消費電力が大きく常時表示ができず、また明るい環境下での視認性が低い欠点があり、一時的なブームの後に急速に衰退していきました。

一方、米国 RCA 社は、1972 年 10 月に、LED 表示の代わりに液晶表示方式を採用したデジタルクォーツ腕時計の試作機の開発に成功しました。さらに、オプテル社やマイクロマ社は、DSM(動的散乱型)-LCD 方式のデジタルクォーツ腕時計が開発され、アメリカ国内では、デジタルクォーツ腕時計の開発ラッシュが続くこととなりました。なお、マイクロマ社は、1972 年に DSM(動的散乱型)-LCD 方式デジタルクォーツ腕時計を市販しました。

一方、日本の時計メーカーも、アナログクォーツ腕時計開発成功後、デジタル表示の全電子式腕時計を次のターゲットにして、LED や液晶などの電子式表示素子の研究や CMOS 等の IC 回路の開発に注力していま

した。そして、1973年には、リコー時計がLED方式のデジタルクォーツ腕時計を市販。また、同年10月には、諏訪精工舎が、時刻表示に世界初の時・分・秒の6桁液晶ディスプレイを採用した「セイコークォーツ LC V.F.A.06LC」を発売(価格 13万5千円)。独自に開発された「FE(電界効果型)シングルクリスタル液晶」を使用し、時・分・秒を常時表示できる画期的なデジタル腕時計として、広く内外から注目を集めました。又、翌1974年4月、シチズンもカレンダー和英同時表示機能を備えた6桁表示のデジタル腕時計「クォーツ リキッドクリスタル」を販売しました。(価格 9万8千円)

このようなデジタルクォーツ腕時計による全電子化は、時計メーカー以外のエレクトロニクス分野の企業の異業種参入を促しました。電卓メーカーのカシオ計算機は、1974年11月に大の月・小の月を判別し、月替わりの日付を自動処理する世界初の完全自動カレンダーを搭載したコンピュータ・ウォッチ「カシオトロン」(価格 5万8千円、6万5千円)を発売、時計事業への参入を果たしました。また、同様に電卓メーカーとして知られるシャープや東京三洋電気などのエレクトロニクス企業が、この時期にクォーツデジタル腕時計市場に参入しました。以下、Fig.1に国内主要メーカーが発売したデジタルクォーツ腕時計の初号機の写真を示します。



セイコークォーツ LC V.F.A.06LC シチズンクォーツ リキッドクリスタル カシオ カシオトロン QW02-10

Fig.1 国内主要メーカーのデジタルクォーツ腕時計初号機

3. デジタルクォーツ腕時計基本構成

ここでは、一般的なデジタルクォーツ腕時計の基本構成を紹介します。

Fig.2 は、アナログクォーツ腕時計とデジタルクォーツ腕時計の各ブロックの関連を示したもので、両者の違いを端的に表しています。まず、アナログクォーツ腕時計では、モーターの駆動信号を作り出す電子回路部と、モーターから指針までの機械駆動部に大別されます。回路ブロックは、CMOS-IC と水晶振動子などが実装され、水晶を振動させる発信回路部と、高周波信号を低周波信号に変換する分周回路部と、ステップモー

ターの駆動信号を作る駆動回路部を持っています。発信回路によって水晶振動子が 32,768Hz で振動するので、それを分周回路で整数分の一ずつ繰り返し低周波の信号に変換し、駆動回路でステップモーターを動かす 1Hz の駆動信号を作り出します。駆動回路部の詳細に関しては、前々号の「モーターと指針表示」にすでに説明していますので、そちらをご覧ください。

一方、デジタルクォーツ腕時計には、液晶等の表示素子で時刻の表示を行うために、ステップモーター、輪列などで構成される機械駆動部がありません。この液晶等の表示素子が、アナログクォーツ腕時計の針と文字盤にあたります。発信回路部と分周回路部に関しては、アナログクォーツ腕時計と基本的には同じですが、駆動回路部からの電気信号をそのまま液晶などの表示素子に送り、数字の各セグメントを点灯して所定の時刻を表示します。このため駆動回路部が、若干複雑な構成になっています。

表示デバイスとして用いられる液晶は、普通は無色透明ですが、電圧を加えると分子の配列が変化して不透明になります。この液晶特有の特性を利用し、数字で時刻を表示することを実現しました。また液晶は、低駆動電圧・低消費電流であり、CMOS IC からの直接駆動が可能で、これにより小型の電池で長時間の表示が可能となりました。この液晶と CMOS IC の運命的な出会いとそれぞれの技術的進化が、その後のデジタルクォーツ腕時計の進化に大きな役割を果たしました。デジタルクォーツ腕時計の駆動回路部と液晶デバイス技術に関しては、次号で紹介したいと思います。

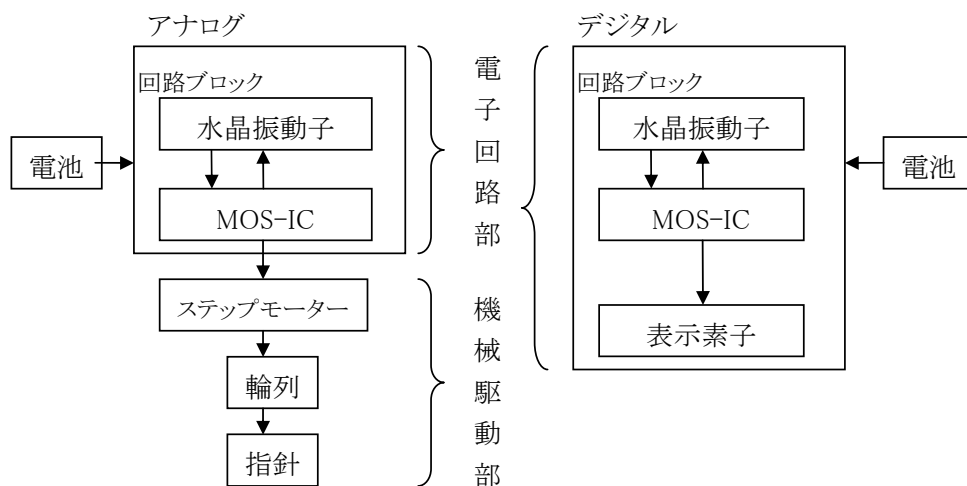


Fig.2 クォーツ腕時計の構成比較

4. デジタルクォーツ腕時計の発展(誕生～1970 年代)

1973 年の「セイコークォーツ LC V.F.A.06LC」を発売を皮切りに、国内でも 1974 年以降各社からデジタルクォーツ腕時計の新製品が発売されました。デジタル式は、当初は、時・分または秒を表示する4桁～6桁表示が中心でした。当時のアナログクォーツ腕時計とデジタルクォーツ腕時計の最も大きな差異は、時刻の表示方法が針か数字かの違いでした。一方で、自動カレンダーのようにアナログ式には技術的に難しい機能を搭載することによりデジタルクォーツ腕時計は、機能的差別化を図っていきました。そして、その後の LSI(超大規模集積回路)や液晶表示素子の技術進化とともに、デジタルクォーツ腕時計は、アナログクォーツ腕時計では実現できない様々な付加機能開発の道を突き進んでいくことになりました。

1975 年 6 月には、世界初のストップウォッチ機能付(1/10 秒, 60 分計測)のデジタルクォーツ腕時計「クロノグラフ cal.0634」がセイコーから発売されました。(価格 5 万 5 千円) また、1976 年 4 月にシチズンは、世界初のアラーム機能を搭載したデジタルクォーツ腕時計「クリストロン LC アラーム cal.9021」(価格 3 万 5 千円～5 万 5 千円)を発売しました。このように、1975 年～76 年は、クロノグラフやアラーム等の機能を備えた製品が発売されました。そして 1977 年以降は、急速に発達しつつあった半導体技術を背景に、アラームクロノグラフ、ワールドタイム、計算機等の多機能化やこれらの機能の複合化をはかった商品が続々と発売されました。

これらの多機能化を支えた LSI(IC)の技術に関して、簡単に紹介します。

LSI には CMOS が使用されていました。CMOS は動作速度が速くはありませんが、消費電力が小さく低電圧でも動作し、温度変化や電気ノイズ等の環境条件に対する安定性が良い利点があり、腕時計には最適なデバイスでした。LSI とは、一つの基板(チップ)上に、トランジスタやコンデンサーといった複数の回路素子を集積してものです。当然、一チップ上にトランジスタの数が多ければ多いほど、さまざまな機能を搭載できる賢い LSI ということになります。

1973 年にセイコーから発売された「セイコークォーツ LC V.F.A.06LC」(時・分・秒 6 桁表示)の場合、IC は 3.9mm□と 2.2mm□の 2 チップ構成で、素子数は合計で約 1500 でした。その後、集積度大幅に向上し、1979 年終わりには、約数万素子、1980 年代終わりには、メモリー素子も含めると数十万素子に及んでいます。そして、このような LSI の集積化の進化は、更なるデジタルクォーツ腕時計の多機能化を促進していきました。

5. おわりに

国産初のデジタルクォーツ腕時計が発売されて約 4 年後の 1977 年、日本時計学会誌 No.83 の論文「水晶腕時計の現状と展望」には、以下のような記述があります。「水晶腕時計の将来を論じるときに、『アナログかデジタルか』というテーマは最も興味の集中する点である。しかし性急に結論を出せるテーマではなく、現状ではそれぞれの特長を生かした方面で共に成長しているのが事実である。我々是不毛の議論に明け暮れるのではなく、それぞれの本質を理解した活動により、業界の健全な発展に努力していくべきだろう。」

さて、30 余年が経過した今、上記の提言に対してどのような回答ができるでしょうか。アナログとデジタルのそれぞれの本質を理解し特長を活かした技術開発、製品開発が行われてきたでしょうか。次回 1980 年代以降のデジタルクォーツ腕時計の技術開発、製品開発を紹介する中で、この問いへの回答に少しでも近づいていきたいと思います。

参考文献

- 小口 昭, 水晶腕時計の現状と展望 日本時計学会誌 No.83 (1977 年)
- 栗田 博富, デジタル表示水晶ウォッチ 日本時計学会誌 No.100 (1982 年)
- 長尾 昭一, 解説「時計技術解説」クォーツ時計 日本時計学会誌 No.206 (2012 年)
- 清水 修, 日経産業シリーズ「時計」発行所:日本経済新聞社 (1991 年)
- エプソン株式会社ホームページ, エプソンの歩み マイルストーンプロダクツ
- シチズン時計株式会社ホームページ, シチズンディスカバリー
- カシオ計算機株式会社ホームページ, 会社概要 歴史

日本の時計産業の概況

2013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 2013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]

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 2013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]

注)

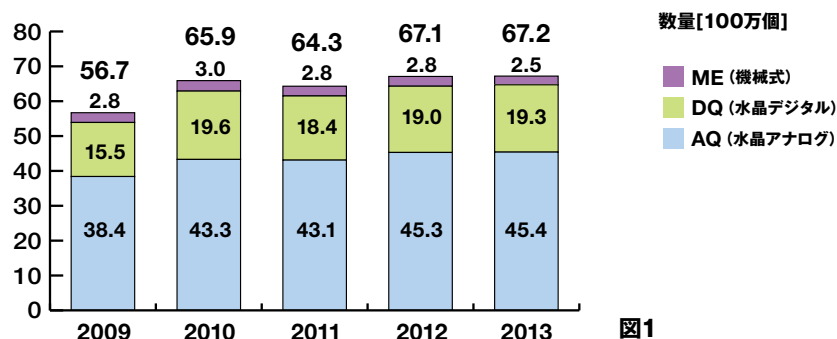
- 1. 日本のグローバルオペレーション：日本の時計企業の海外生産・出荷を含む事業活動
- 2. 図1～8、9～16は日本時計協会の統計データに基づく
- 3. 金額は、輸出はFOB、国内出荷は税抜き売り渡し価額
- 4. AQ は水晶コンピネーションを含む水晶アナログ、DQ は水晶デジタル、ME は機械式時計

2014年 3月

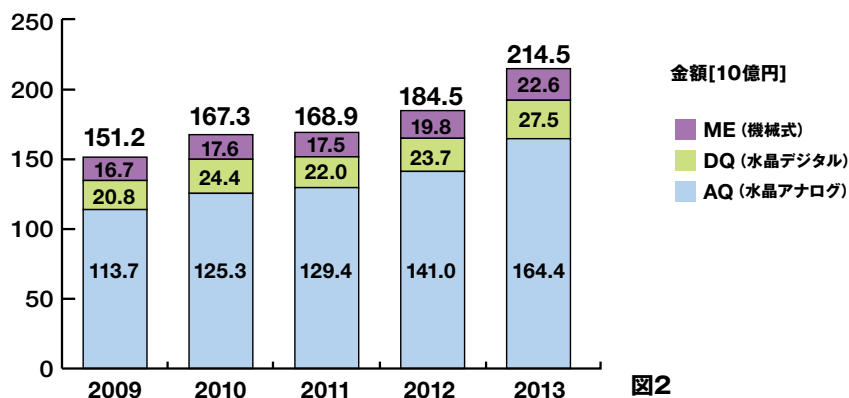
一般社団法人 日本時計協会

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]

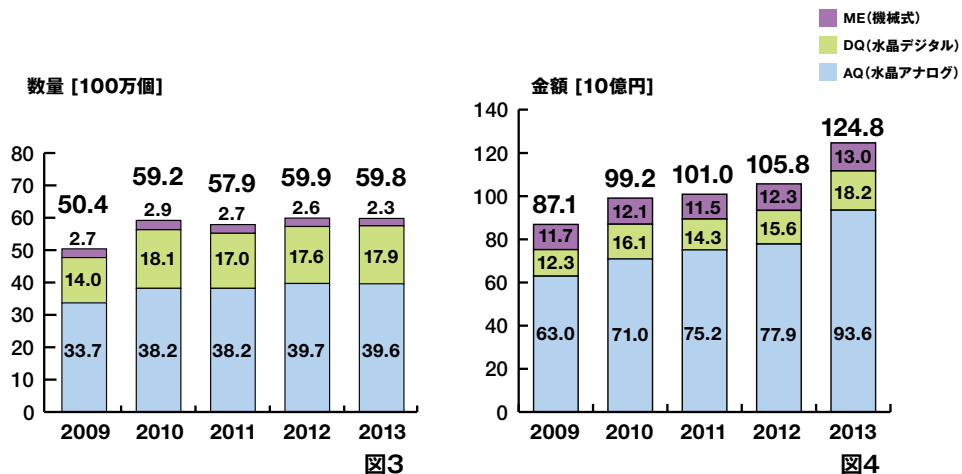


1-2 日本のウォッチ完成品総出荷（輸出＋国内出荷）金額の推移 [機種別]

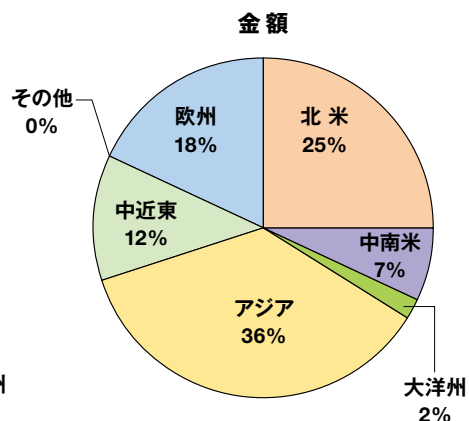
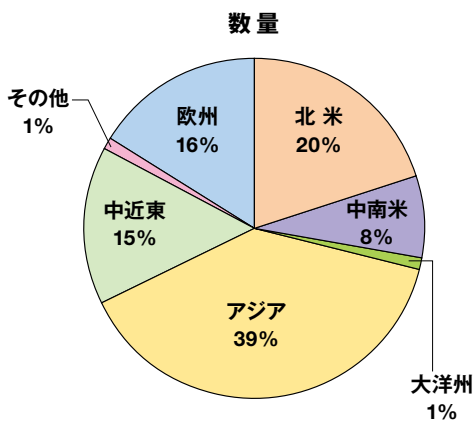


- 2013年日本の時計メーカーによるウォッチ完成品の総出荷（海外からの出荷を含む）は、数量67.2百万個で前年比±0%、金額2,145億円の同16%増であった。
- 機種別数量では、水晶アナログが0.3%増、水晶デジタルが1%増、機械式は9%減であった。
- 参考値として、2013年の完成品とムーブメントの合計の出荷は、数量575百万個（前年比2%減）、金額2,836億円（同16%増）であった。

1-3 日本のウォッチ完成品輸出の推移 [機種別]

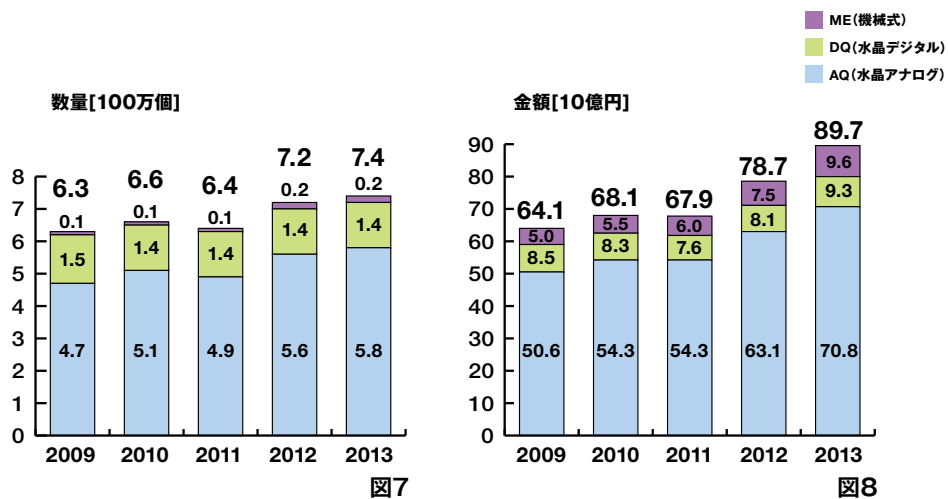


1-4 2013年の日本のウォッチ完成品輸出 [地域別構成比]



- 2013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59.8百万個で前年比±0%、金額1,248億円で同18%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。

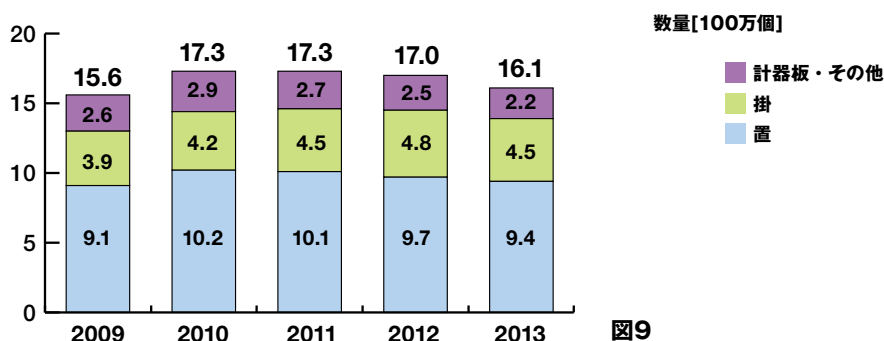
1-5 日本のウォッチ完成品国内出荷の推移 [機種別]



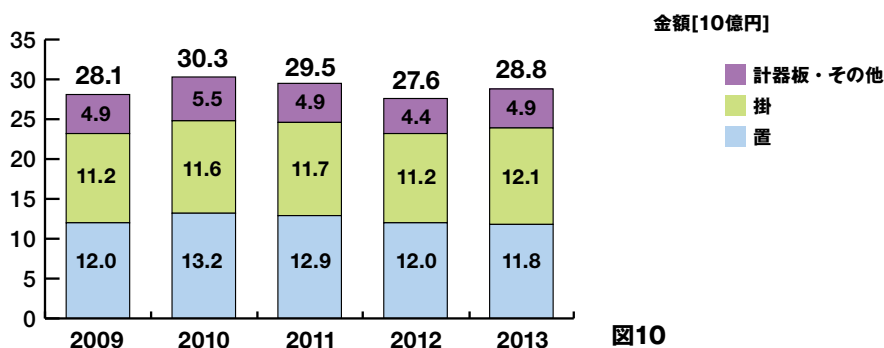
- 2013年日本の時計メーカーによるウォッチ完成品の国内出荷は、数量7.4百万個で前年比4%増、金額897億円で14%増であった。
- 国内出荷に占める電波修正時計の構成比は、数量で25%、金額で42%であった。

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]



- 計器板・その他は、計器板及びその他のクロックを含む。
- 2013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16.1百万個で前年比5%減、金額は288億円と同4%増となった。
- 機種別数量では、置時計が前年比3%減、掛時計が同4%減であった。
- 参考値として、2013年の完成品とムーブメントの合計の出荷は、数量21.7百万個（前年比10%減）、金額302億円（同4%増）となった。

2-3 日本のクロック完成品輸出の推移 [機種別]

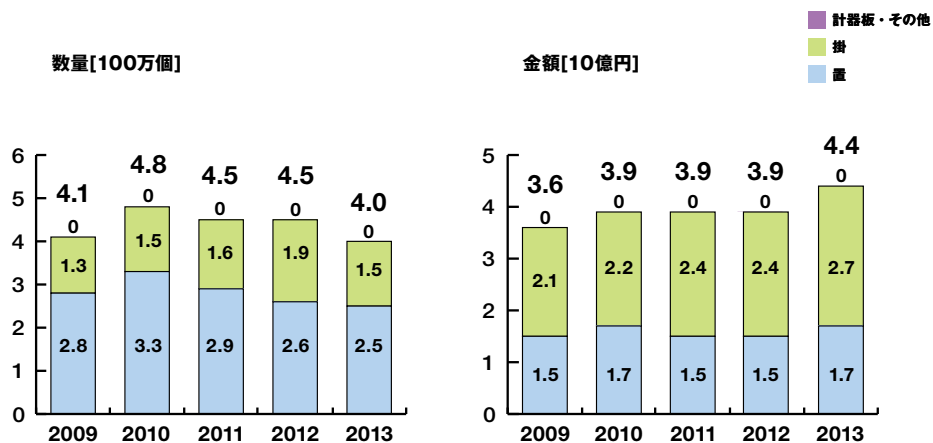


図11

図12

2-4 2013年の日本のクロック完成品輸出 [地域別構成比]

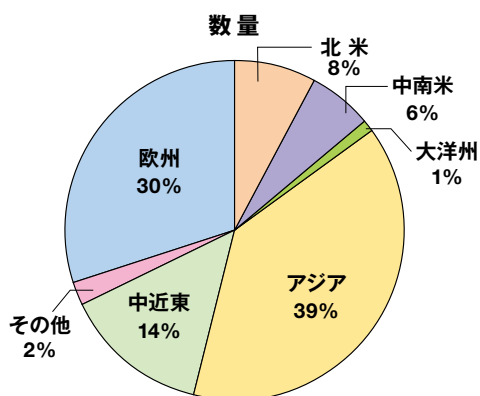


図13

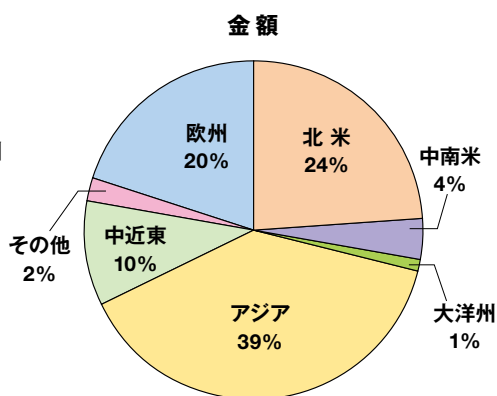
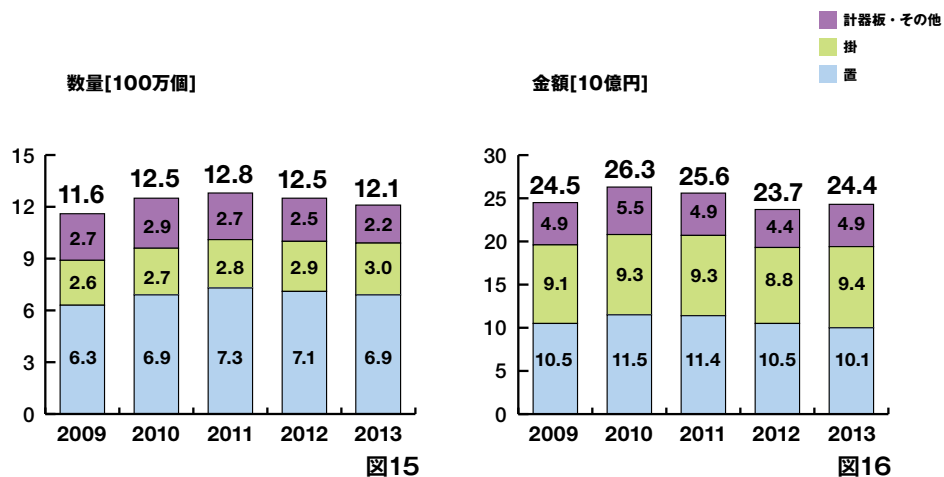


図14

●2013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4.0百万個で前年比9%減、金額44億円と同12%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・アジア向けに共に増加した。

2-5 日本のクロック完成品国内出荷の推移 [機種別]



- 2013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12.1百万個で前年比4%減、金額は244億円と同3%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50%、金額で56%であった。

海外事情

Mobile World Congress 2014 レポート

西尾 豊一

カシオ計算機株式会社 時計事業部 モジュール開発部



1. 開催概要

Mobile World Congress（以下 MWC）は、移動体通信の業界団体である GSM Association の主催により、毎年 2 月下旬頃に開催される世界最大級の携帯電話関連の展示会で、同業界における著名な CEO 登壇によるカンファレンスも併催される。今年は 2 月 24 日～27 日、スペイン バルセロナの Fira Gran Via で開催された。入場者数はリーマン・ショック直後、一旦減少したものの、以降、高価な Pass Price にもかかわらず参加者数は増え続けており、今年は 201 カ国から 85,000 人を超える入場者を数え、記録を更新した (Fig.1)。

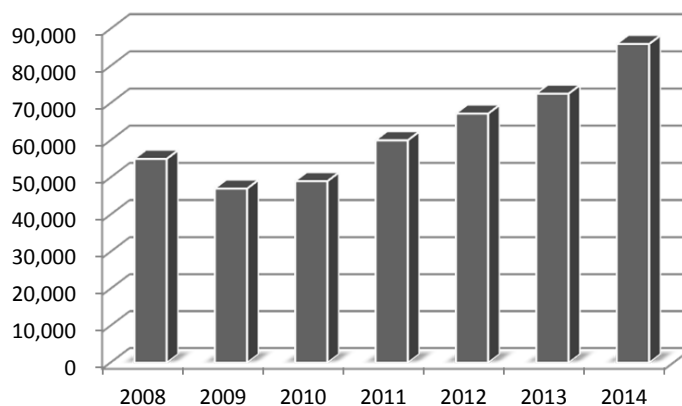


Fig.1 MWC attendance figure transition

2. 全体様相

携帯電話関係の展示会ということもあり、スマートフォン・タブレットの新製品、新技術・サービスなどの展示が主となっており、その中で今回大きく 2 つの流れを感じることができた。1 つは、スマートフォン単体での劇的な進化や市場拡大が難しくなってきたハイエンド製品群において、周辺機器・サービスとの機能連係に訴求の軸足が移されてきていることであり、もう 1 つは、これから急激な需要拡大が見込まれる新興国向けのローエンドスマートフォンに対するさまざまなアプローチである。前者における代表例としては、SAMSUNG のハイエンドスマートフォン GALAXY S5, および、GALAXY S5 等と連係するウェアラブル端末 Gear シリーズ製品であり、後者の代表例としては、Mozilla Foundation の FireFox OS 搭載端末や、NOKIA Asha シリーズ等である。

先進諸国におけるスマートフォン需要が、一旦落ち着きを見せ始める中、上記潮流において、現状最も焦点が当たってきている領域の一つとして、スポーツ・フィットネスを軸としたウェアラブル端末が挙げられる。以下に、会場にて発表、および展示のあった製品をいくつか紹介する。

3. 各社のウェアラブル端末

・ Samsung Gear シリーズ

腕時計型をした所謂スマートウォッチと称される製品で、大きく 2 種類の製品がある。昨年 9 月に発表された GALAXY Gear の後継にあたる Samsung Gear2 (Fig.2)と、よりフィットネス用途にフォーカスした Samsung Gear Fit (Fig.3)である。



Fig.2 Samsung Gear2



Fig.3 Samsung Gear Fit

両モデルとも、IP67 の防塵・防水性能を持ち、Bluetooth low energy（以下、BLE）での通信により、連係するスマートフォンに着信した電話・メール・SMS 等の通知を受け取れる Notification 機能、スマートフォンの音楽プレーヤーをコントロールする Media Controller 機能、

連係するスマートフォンに音を鳴らさせ在処を探す Find My Device 機能の他，歩数計，心拍計，ストップウォッチ，タイマー等，非常に多機能な製品となっており，さらに Samsung Gear2 には，内蔵カメラによる写真・動画撮影や，内蔵マイクによる音声コントロール機能等にも対応している．

- Sony Smartband

腕に装着するリストバンド型ライフログ製品で，Core と言われる端末本体部をリストバンド内に収納して使用する．IP58 の防塵・防水性能を持ち，LED のみで表示部はない．普段は歩数等のログを記録しつつ，さらに BLE での通信により，連係するスマートフォンの音声着信を振動で通知したり，スマートフォン側のメディアプレーヤーを，端末に備わる 1 つのボタンとタップ検出でコントロールする機能も持つ．また Bluetooth のペアリングも，NFC を用いてワンタッチで行えるようになっている(Fig.4)．

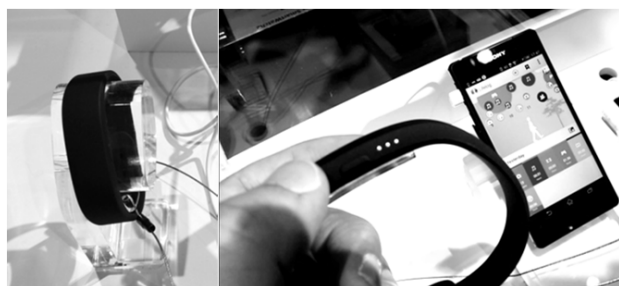


Fig.4 Sony Smartband

- Huawei Talkband B1

こちらもリストバンド型の製品で，普段は端末本体部をリストバンドに装着し，活動量計として機能させることができ，さらに音声着信時には，端末本体部をリストバンドから取り外し，Bluetooth ヘッドセットとして使用することができるようになっている(Fig.5)．



Fig.5 Huawei Talkband B1

4. 総括

ウェアラブル端末としても、邪魔にならず、一日中携行できる装着位置として、腕に焦点が当たってきており、今回の MWC だけでなく、1 月に米国で開催された CES 等も含め、上記に紹介した製品以外にも数多くのリスト装着型のウェアラブル端末が発表されている。

ただ、現状においては、それらのほとんどで電池寿命が短かさ故の頻繁な充電を必要としたり、デザインの洗練度はそれほど高くないが、腕時計と領域的には重なる部分もあるため、今後注視が必要な領域と感じられた。

5. 参考資料

GSMA <http://www.gsmworld.com/>

Mobile World Congress <http://www.mobileworldcongress.com/>

シチズン エコ・ドライブ フラッグシップモデル 2014

シチズン エコ・ドライブ サテライト ウェーブ F100

全世界 40 タイムゾーン対応。世界最薄※1、世界最速※2 で宇宙とつながる衛星電波時計※3

2014年、シチズンは世界で最も薄く、そして世界で最も速く衛星電波を受信し従来よりも速い針の動きで正確な時刻を表示する「エコ・ドライブ サテライト ウェーブ F100」をフラッグシップモデルとして発表します。

2011年、世界初となる人工衛星から時刻情報を受けて世界のどこにいても正確な時間を刻むエコ・ドライブ※4 サテライト ウェーブを発表、それから2年後の2013年、更なる受信感度の向上により世界最速の時刻受信と世界初のフルメタルケースの美しいデザインを実現したエコ・ドライブ サテライト ウェーブ・エアを発表し、全世界で高い評価をいただきました。

そして 2014 年、私たちは更なる技術革新を遂げ、受信速度の短縮、そして全世界40タイムゾーンへの対応を世界で最も薄い衛星電波時計で実現しました。

シチズンは常に新しい提案で時計の未来を切り開いてきました。そしてこれからも進化を続けていきます。



世界最速最短3秒で宇宙と繋がるエコ・ドライブ サテライト ウェーブ F100の特徴は、スピード。

そのスピード感を人工衛星からインスピレーションを受けた未来的デザインで表現しました。

“軽さ”というチタニウム素材の特性を活かし、薄くエッジのきいたケースからバンドへのシャープなラインと磨きこまれたミラー仕上げに走る光がスピーディな針の動きを魅力的に印象づけ、衛星電波時計では世界でもっとも薄い 12.4mm(設計値)を実現しました。さらに全世界 40 のタイムゾーンをカバーし、地球上のどこでも、広い空がある限り正確な時を刻み続けます。

ソーラーパネルをモチーフとし表現した文字板デザインは、人工衛星の発電システムをイメージ。また、2時、4時位置のプッシュボタンは人工衛星のフレームをイメージした空洞状のデザインで、宇宙とつながる喜びを演出しています。

そして、光発電エコ・ドライブならではの世界初※5となる機能“ライトレベル インディケーター”を搭載。文字板に当たる光による発電量を7段階で表示することで、今居る場所での発電量がわかり安心してエコ・ドライブを使用していただけです。更に、時計自体の持つ精度を従来の月差±15秒から月差±5秒へと飛躍的に向上させ、品質を高めています。

時計を身につける楽しさ、宇宙とつながる喜び、人をワクワクさせるような魅力を。未知なる未来を感じさせるシチズンを代表する最新モデルにご期待ください。



CC2006-53E



CC2001-57A



CC2004-08E
※世界限定 500 個

商品	シチズン エコ・ドライブ サテライト ウェーブ F100		
商品番号(左から)	CC2006-53E	CC2001-57A	CC2004-08E
発売日	2014 年 秋		
希望小売価格	未定		
限定数	—	—	世界限定 500 個
ケース素材	チタニウム (デュラテクト※6/一部デュラテクト DLC※7)	チタニウム (デュラテクト)	チタニウム (デュラテクト DLC)
バンド素材	チタニウム (デュラテクト)	チタニウム (デュラテクト)	ウレタン + チタニウム (デュラテクト DLC)
文字板カラー	ブラック	シルバー	ブラック
ガラス	サファイアガラス (無反射コーティング)		
防水性能	10 気圧防水		
ケース径/厚み	ケース径 45.4mm/厚み 12.4mm (設計値)		
主な仕様	Cal:F100 月差±5秒 (非受信時) / 光発電エコ・ドライブ / 衛星電波受信機能 / ワールドタイム (世界 40 タイムゾーン) / ライトレベル インディケーター / 充電量表示機能 / パーベチュアルカレンダー		

※1 世界最薄、※2 世界最速、※5 世界初ともに光発電衛星電波時計として。2014 年3月時点当社調べ

※3 衛星電波時計:地上から約2万 km、宇宙空間を周回する人工衛星から時刻情報を受信し、時刻・カレンダーを自動で修正。
地球上のどこにいても広い空がある限り、正確な時刻を得ることができます。

※4エコ・ドライブ:定期的な電池交換不要の光発電時計で、シチズンの機能ブランドです。
時計で初めて「エコマーク商品」に認定されました。

※6 デュラテクト:シチズン独自の硬質化技術により、ステンレスやチタンなどの金属表面硬度を高め、優れた耐摩耗性により、すりキズや小キズから時計本体を守り、素材の輝きを長期保つ技術の総称です。

※7 デュラテクトDLC(Diamond Like Carbon):ダイヤモンドのように硬いカーボンの硬質膜をコーティング。

★商品のデザイン及び商品番号、価格、発売日、スペック等は、一部変更になる場合があります。

★エコ・ドライブおよびデュラテクト、パーフェックスはシチズンホールディングス株式会社の登録商標です

製品紹介

製品紹介

「自然を感知するアウトドアギア」として使い心地の良さを徹底的に追求

針逃げ機能を搭載したハイスペックな“PRO TREK”

優れた計測性能と高い視認性・操作性・装着性を実現

カシオ計算機株式会社



PRW-6000Y-1

カシオ計算機は、優れた計測性能に加えて、デジタル表示部をはっきりと確認できる針逃げ機能を搭載するなど、視認性や操作性、装着性などを重視して細部まで丁寧に作り込んだ“PRO TREK (プロトレック)”『PRW-6000Y』を3月15日に発売しました。

今回ご案内します『PRW-6000Y』は、「自然を感知するアウトドアギア」としての機能性を強化するとともに、視認性や操作性、装着性も高めることで、使い心地の良さを徹底的に追求した“PRO TREK”です。液晶の大型化とドットマトリクス表示の採用に加えて、針が液晶に重なる時間帯でも計測結果をはっきり確認できるように、一時的に針が液晶を避ける針逃げ機能を搭載し、デジタル表示部の視認性を高めました。また、クイックロック機構付きの電子式リ्यूズスイッチを搭載しており、引く、回す、戻すといったりゅうずの操作で、高度計の補正やワールドタイムの都市設定を可能にするなど、操作性を向上させました。さらに、アナログで感覚的に、デジタルで数値として情報認識が可能なコンビネーションタイプの“PRO TREK”として、最薄となる厚さ12.8mmのフォルムにより、快適な装着性も実現しました。

もちろん、最新の「Triple Sensor Ver.3」を搭載しており、方位・気圧/高度・温度を高精度で計測。加えて、急激な気圧変化を知らせる気圧傾向インフォメーションアラーム、わずかな光で充電できる“タフソーラー”、世界 6 局の標準電波を受信する“マルチバンド 6”、文字板と液晶をそれぞれ照らす 2 つの LED ライト、さらには、引張耐久力の高い“カーボンファイバーインサートバンド”の採用など、ハイスペックなアウトドアウォッチに相応しい機能性も備えています。

■ 最新の「Triple Sensor Ver.3」を搭載

従来のコンビネーションモデル (PRW-5000) と比べて、95% のダウンサイジングを実現した最新の小型磁気センサーと、計測精度を高めた圧力センサーを採用。当社独自のセンサー制御 IC を組み合わせることで、計測精度や計測時間を大幅に改善しました。例えば、方位計測は、連続計測時間を 20 秒から 60 秒に延ばすことで、地図読みやルートファインディングにおける実用性を高めました。また、高度計測では、計測時間を 5 秒から 1 秒に大幅に短縮し、最小計測単位も 5m から 1m に細かくすることで、より短時間でより正確に自分のいる高度を把握できます。

【主な特徴】

■ アナログウォッチの感覚で多彩な機能を操作可能

時針・分針・秒針の独立駆動により、一つの針に複数の機能をもたせる駆動システム「マルチミッションドライブ」と、引く、回す、戻すという慣れ親しんだ操作で使える電子式リューズスイッチ「スマートアクセス」を採用。高機能でありながらも、優れた操作性を実現し、登山中に複雑な操作をせずに、素早く機能を使いこなすことができます。

■ 一時的に針が液晶を避けデジタル表示部をはっきりと確認できる針逃げ機能

高度/気圧・温度の計測時、計測値を表示するデジタル表示部に針が重なった場合、自動判別して、一時的に針が重ならないように移動させる針逃げ機能を搭載。いつでもはっきりと計測結果を確認できます。

■ 優れた装着性を実現する薄型フォルム

プロの登山家や山岳ガイドの意見を参考に、ロープやピッケルを使う登山でも手首の動きを妨げぬように、薄型化を追求。“PRO TREK”のコンビネーションモデルとして最薄となる 12.8mm の薄型フォルムを実現し、長時間の登山時でも、ストレスなく腕に装着できるようになりました。

■ 登山中でも安心して使用できる電波ソーラー機能

世界6局(日本2局・アメリカ・イギリス・ドイツ・中国)の標準電波を受信し、時刻を自動修正し、正確な時刻を常に表示します。また、わずかな光で充電できるタフソーラーにより、登山中でも安心して使用することが可能です。

■ 急激な気圧変化を知らせる“気圧傾向インフォメーションアラーム”

気圧の急上昇や急下降が起きた場合、アラームで知らせますので、天候の急激な変化の予測に役立ちます。

■ 暗所での視認性を向上させるダブルLEDライト

文字板用LEDとデジタル表示用LEDバックライトを搭載。夜間や日の出前の行動中も時刻や計測結果を同時に確認できます。

■ 引張耐久力に優れた“カーボンファイバーインサートバンド”

高い強度を持つカーボンファイバー(炭素繊維)を織り込み、樹脂バンドに封入する“カーボンファイバーインサートバンド”を採用。引張耐久力に優れた強靱なバンドに仕上げており、長く愛用できるよう仕上げました。

【主な仕様】

構造・防水性：耐低温仕様(−10℃)、10気圧防水

電波受信方法：自動受信(最大6回/1日、中国のみ最大5回/1日)、手動受信

JJY(日本); 40kHz(福島局)/60kHz(九州局)、BPC(中国); 68.5kHz

WWVB(アメリカ); 60kHz、MSF(イギリス); 60kHz、DCF77(ドイツ); 77.5kHz

方位計測機能：16方位・方位の角度(0°~359°)を計測、方位連続計測(60秒)、北方位指針機能、磁気偏角補正機能、方位補正機能

気圧計測機能：計測範囲：260hPa~1,100hPa、気圧傾向グラフ表示(過去20時間分を表示)、気圧差インジケーター(±10hPa)、気圧傾向インフォメーション(特徴的な気圧変化が起こった場合に報音と表示で報知します)

高度計測機能：相対高度計(計測範囲：−700m~10,000m)、高度メモリー(計測年月日・時刻・高度を最大30本マニュアルメモリー)、自動記録データ(最高/最低高度、積算(上昇/下降)メモリー)高度傾向グラフ、高度差インジケーター(±100m/ ±1,000m)、計測間隔設定機能(5秒/2分、最初の3分間は1秒毎に計測)

温度計測機能：計測範囲：−10℃~60℃、計測単位：0.1℃

ストップウォッチ：1/100 秒、24 時間計、スプリット付き

ワールドタイム：世界 29 都市（29 タイムゾーン、サマータイム設定機能）+UTC（協定世界時）
の時刻表示、UTC ダイレクト呼出機能、ホームタイムの都市入替機能

タイマー：セット単位：1 分、最大セット：60 分、1 秒単位で計測

アラーム：時刻アラーム 5 本、時報

その他の機能：バッテリーインジケータ表示、フルオートカレンダー、12/24 時間表示切替機能、操作音 ON / OFF 切替機能、ダブル LED ライト（文字板・液晶部、フルオートライト、残照機能、残照時間切替機能 1.5 秒/3 秒）、針退避機能（手動、自動：高度、気圧、温度計測時）

使用電源：タフソーラー（ソーラー充電システム）

連続駆動時間：パワーセービング状態※で約 23 ヶ月（フル充電時）

※暗所で一定時間が経過すると表示を消し、運針を止めて節電します。

大きさ/重さ：57.9×52.1×12.8mm / 約 73g

【ラインアップ】

機種名	カラー	メーカー希望小売価格
PRW-6000Y-1	ブラック×オレンジ	64,000 円＋税
PRW-6000Y-1A	ブラック×グリーン	同 上

詳細は、右記ホームページをご覧ください。 <http://www.casio.jp/>

I. 事業計画

1. 学術講演会、研究会、見学会等の開催

（1）マイクロメカトロニクス学術講演会

マイクロメカトロニクス学術講演会を9月上旬、中央大学理工学部で開催する。
研究論文発表12件程度を予定する。

（2）研究会

時計及び時計応用技術に係わる最先端のテーマを2件選定し、専門の講師を招いての研究会を、4月及び11月の2回、中央大学理工学部教室で開催する。

（3）見学会

会員の研修のため、産業界、特に時計技術に関連する分野において顕著な業績を挙げている工場、研究機関等の見学会を6月に行う。

2. 時計及び時計応用技術に関する研究調査分科会

時計及び時計応用技術に関する研究調査を行うため、過年度より進行中の研究調査分科会3件で進める予定である。各研究調査分科会の成果は報告書または学会誌の記事によって報告する。

2. 1「時計エネルギーに関する研究調査分科会」

（主査：佐々木 健 東京大学教授・本学会理事）

平成26年度は、従来より進めてきた

- ①エナジーハーベスティング技術
- ②電気二重層キャパシタ
- ③Li-ion 二次電池

に関する調査結果をまとめ、学会誌へ投稿する。

2. 2「時計ものづくり研究調査分科会」

（主査：木村 南 東京工業高等専門学校教授・本学会理事）

平成26年度は、平成23年度末までの活動に加え、マイクロメカトロニクス誌に掲載された時計ものづくり技術に関する調査をまとめ、マイクロメカトロニクス誌に投稿し、本研究調査分科会の活動を終了する。

2. 3「電波時計技術の歴史と動向に関する研究調査分科会」

（主査：岩倉 良樹 シチズンマイクロ株式会社・本学会理事）

平成26年度は、各社の調査内容を全体として纏めた技術的特徴／開発内容を再度見直し、分科会参加メーカー各社による調査内容の報告会を実施していく。その後に本学会誌へ掲載報告していく予定である。進めるにあたり、長波標準電波技術に関係する大学および研究開発機関にもご協力をお願いする予定である。

3. 学会誌、学術図書等の刊行

(1) 学会誌「マイクロメカトロニクス」を下記のとおり年2回発行する.

V o l . 5 8 , N o . 2 1 0 : 平成26年 6月, 280部

V o l . 5 8 , N o . 2 1 1 : 平成26年12月, 280部

(2) 学術講演会講演論文集を年1回発行する.

マイクロメカトロニクス学術講演会講演論文集: 平成26年9月, 150部

4. 研究の奨励及び研究業績の表彰

青木賞表彰員会を設け, 平成24年度および平成25年度の時計学会誌「マイクロメカトロニクス」に掲載された研究論文の中から, 当学会初代会長青木保博士を記念した第48回青木賞受賞の対象として研究論文を1編選考する.

マイクロメカトロニクス学術講演会の際, 第48回青木賞贈呈式を行う.

5. 内外関係機関等との交流及び協力

(1) 国内機関との交流

国立国会図書館, 科学技術振興機構, 国立情報学研究所へ学会誌を寄贈する.

(2) 外国機関との交流

スイス: スイス時計学会 SSC: Société Suisse de Chronométrie, ドイツ: Technische Informationsbibliothek und Universitätsbibliothek Hannover (TIB/UB) 等との機関誌等の情報交換を行なう.

(3) 関係学会との協賛

研究会および学術講演会を, 一般社団法人 エレクトロニクス実装学会, 一般社団法人 日本機械学会, 公益社団法人 精密工学会, 一般社団法人 電気学会, 公益社団法人 応用物理学会, 公益社団法人 計測自動制御学会, 一般社団法人 電子情報通信学会, 公益社団法人 日本設計工学会, 一般社団法人 ロボット学会等 関係学会などと協賛して開催する.

II. 会議に関する事項

1. 理事会を6回以上開催する.
2. 定時総会を2月に開催する.
3. 各研究調査分科会を4回程度開催する.
4. 企画委員会を3回程度開催する.
5. 青木賞表彰員会を2回程度開催する.
6. 編集校閲委員会を4回程度開催する.

収支予算書

一般社団法人日本時計学会

科 目	自 平成26年 1月 1日 至 平成26年12月31日	(単位:円)
	予 算 額	前年度予算額 増 減 備 考
〔事業活動収支の部〕		
〔事業活動収入〕		
【基本財産運用収入】		
基本財産利息収入	1,500	1,500 0
【入会金収入】		
入会金収入	2,400	2,000 400
【会費収入】		
正会員会費収入	800,000	800,000 0
学生会員会費収入	4,000	5,000 △ 1,000
賛助会員会費収入	2,150,000	2,150,000 0
【事業収入】		
事業収入(研究会)	100,000	100,000 0
事業収入(講演会)	300,000	270,000 30,000
広告収入	170,000	200,000 △ 30,000
【雑収入】		
受取利息収入	1,500	1,500 0
雑収入	60,000	50,000 10,000
事業活動収入計	3,589,400	3,580,000 9,400
〔事業活動支出〕		
【事業費支出】		
臨時雇用賃金支出	1,040,500	1,040,500 0
広報活動費支出	128,700	126,000 2,700
旅費交通費支出	147,000	126,000 21,000
通信運搬費支出	62,000	60,000 2,000
消耗品費支出	50,000	50,000 0
印刷製本費支出	480,000	540,000 △ 60,000
賃借料支出	300,000	300,000 0
諸謝金支出	80,000	80,000 0
雑支出	20,000	20,000 0
会議費支出	145,000	116,000 29,000
著作原稿料支出	20,000	20,000 0
【管理費支出】		
臨時雇用賃金支出	409,500	409,500 0
会議費支出	10,000	10,000 0
旅費交通費支出	63,000	54,000 9,000
通信運搬費支出	20,000	20,000 0
消耗品費支出	80,000	72,000 8,000
印刷製本費支出	20,000	20,000 0
賃借料支出	300,000	300,000 0
租税公課支出	80,000	70,000 10,000
雑支出	5,000	20,000 △ 15,000
業務委託費支出	128,700	126,000 2,700
事業活動支出計	3,589,400	3,580,000 9,400
事業活動収支差額	0	0 0
当期収支差額	0	0 0
前期繰越収支差額	2,661,223	2,631,558 29,665
次期繰越収支差額	2,661,223	2,631,558 29,665

一般社団法人 日本時計学会
平成25年(2013年)度 事業報告書
(自 平成25年1月1日～至 平成25年12月31日)

I. 事業の状況

1. 学術講演会, 研究会, 見学会等の開催

[I] マイクロメカトロニクス学術講演会

日時 : 平成25年9月10日(火) 10:00～19:50
会場 : 中央大学理工学部 (後楽園キャンパス)
講演発表 : 13件
製品紹介 : 4件
特別講演 : 1件
参加者 : 53名

[2] 研究会

① 春季研究会 :

日時 : 平成25年4月19日(金) 14:00～15:40
会場 : 中央大学理工学部 新2号館 2735号室
テーマ : 「高速表面形状計測技術」
講師 : 株式会社 高岳製作所 エレクトロニクス装置事業部 石原 満宏 氏
参加者 : 13名

② 秋季研究会

日時 : 平成25年11月15日(金) 14:00～15:40
会場 : 中央大学理工学部 新2号館 2735号室
テーマ : 3Dプリンタ「現状と今後の可能性」
講師 : 株式会社 スリーディー・システムズ・ジャパン
パーソナル&プロフェッショナル 3Dプリンタ事業部 小林 広美 氏
参加者 : 19名

[3] 見学会

日時 : 平成25年6月28日(金) 13:00～14:30
見学先 : 独立行政法人 宇宙航空研究開発機構 筑波宇宙センター
参加者 : 37名

2. 時計及び時計応用技術に関する研究調査分科会

平成25年度は次の3件で, 概要は以下の通りである.

(1) 名称 : 「時計エネルギー研究調査分科会」(主査 : 佐々木 健 東京大学教授・本学会理事)

本研究調査分科会は, 多機能化され, 高度な情報機器として位置づけられるようになってきた時計に要求される電源の新しい要求仕様を調査することを目的として設置されている.

平成25年度は, 従来より進めてきた

① エナジーハーベスティング技術

② 電気二重層キャパシタ

に関する調査結果に加え,

③ Li-ion 二次電池

に関する調査を進めたが, 報告書作成は次年度に持ち越すこととなった.

(2) 名称 : 「時計ものづくり研究調査分科会」

(主査 : 木村 南 東京工業高等専門学校教授・本学会理事)

本研究調査分科会は平成20年9月に時計ものづくり技術に関する研究調査を行うことを目的に設置された. 平成24年1月以降は, 時計に関するものづくり技術として, マイクロメカトロニク

ス誌に掲載された時計ものづくりに関係する論文・解説 57 件を分類し整理した。また東京高専機械工学科「機能材料」において、パソコンやプリンタなどの精密電子機器の構造・材質を分析調査し「分解で学ぶ機能性材料」としてまとめた。また、時計ものづくり研究調査分科会報告書をまとめた。

(3) 名称：「電波時計技術の歴史と動向に関する研究調査分科会」

(主査：岩倉 良樹 シチズンマイクロ株式会社・本学会理事)

本研究調査分科会では、現在、クロックおよびウオッチメーカーの代表者 5 名で調査活動中である。平成 25 年度は、長波標準電波時計に関する技術的特徴を各メーカーにて調査した内容を集結し、さらに時計メーカー全体として技術的特徴／開発内容等を整理し纏めた。平成 26 年度は纏めの見直しおよび報告会を実施し、その後本学会誌へ掲載報告していく予定である。

3. 学会誌、学術図書等の刊行

[1] 学会誌「マイクロメカトロニクス」を下記のとおりに年 2 回発行した。

Vol. 57, No. 208 : 平成 25 年 6 月, 280 部

Vol. 57, No. 209 : 平成 25 年 12 月, 280 部

[2] 講演論文集を年 1 回発行した。

マイクロメカトロニクス学術講演会講演論文集 : 平成 25 年 9 月, 150 部

4. 研究の奨励及び研究業績の表彰

第 47 回青木賞選考は、マイクロメカトロニクス Vol. 55, No. 204-205 及び Vol. 56, No. 206-207 に掲載された研究論文 8 編に対して、選考委員 8 名による第一次審査と表彰委員 5 名による第二次審査の二段階で行われた。

その結果、下記論文を第 47 回青木賞として推薦することで、表彰委員全員の賛同を得た。

第 47 回青木賞表彰論文：分光画像計測のための可変波長マイクロ光フィルタの設計

Vol. 56, No. 207 (2012 年 12 月)

執筆者：土肥徹次（中央大学）、松本潔（東京大学）、下山勲（東京大学）

推薦理由：本論文は特に、有用性、困難性が高く、本学会の学術論文として高く評価できる。

5. 内外関係機関等との交流及び協力

[国内機関]

国立国会図書館、科学技術振興機構、国立情報学研究所へ学会誌を寄贈した。

[外国機関]

スイス：2013 年 4 月 26 日、スイス ニューシャテル市において、佐々木代表理事がスイス時計学会（SSC: Société Suisse de Chronométrie）の Baur 会長、Valceschini 事務局長、秘書の Tora 氏と会談し、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った。学会誌を交換することから始め、今後、より具体的な形で交流を発展させていくことを確認した。これに従い学会誌を寄贈した。

ドイツ：Technische Informationsbibliothek und Universitätsbibliothek Hannover (TIB/UB) へ学会誌を寄贈した。

[協賛]

研究会および学術講演会を、一般社団法人 エレクトロニクス実装学会、一般社団法人 日本機械学会、公益社団法人 精密工学会、一般社団法人 電気学会、公益社団法人 応用物理学会、公益社団法人 計測自動制御学会、一般社団法人 電子情報通信学会、公益社団法人 日本設計工学会、一般社団法人 ロボット学会等 関係学会などと協賛して実施した。

6. その他、学会の目的を達成する為に必要な事業

特に無し。

Ⅱ. 処務の概要

1. 役員等に関する事項

一般社団法人 日本時計学会 役員名簿

平成25年12月31日現在

役職	氏名	常・非常勤	就任年月日	年間給与	担当	所属
代表理事	佐々木 健	非常勤	平成25年2月28日	無し	業務総括	東京大学大学院
業務執行理事	中島 悦郎	非常勤	平成25年2月28日	無し	代表理事補佐 経理・企画担当	カシオ計算機(株)
業務執行理事	竹中 雅人	非常勤	平成25年2月28日	無し	総務・企画担当	セイコーインスツル(株)
理事	窪田 勝	非常勤	平成25年2月28日	無し	企画担当	セイコーエプソン(株)
理事	足立 武彦	非常勤	平成25年2月28日	無し	編集担当	横浜国立大学
理事	岩倉 良樹	非常勤	平成25年2月28日	無し	企画委員長	シチズンマイクロ(株)
理事	梅田 和昇	非常勤	平成25年2月28日	無し	広報委員長 事業担当	中央大学
理事	大隅 久	非常勤	平成25年2月28日	無し	事業委員長	中央大学
理事	大谷 親	非常勤	平成25年2月28日	無し	青木賞担当 事業担当	千葉工業大学
理事	木村 南	非常勤	平成25年2月28日	無し	企画担当	東京工業高等専門学校
理事	増田 純夫	非常勤	平成25年2月28日	無し	編集担当	横浜国立大学
理事	植林 達雄	非常勤	平成25年2月28日	無し	編集委員長	東海大学
理事	今村 美由紀	非常勤	平成25年2月28日	無し	企画委員	セイコークロック(株)
監事	日野須磨子	非常勤	平成23年2月21日	無し		国際時計通信社
監事	佐藤 孝雄	非常勤	平成25年2月28日	無し		一般社団法人 日本時計協会

2. 職員に関する事項

業務を担当する職員はいない。

3. 理事会及び総会に関する事項

[1] 理事会

開催年月日	主な議事事項	会議の結果
平成25年2月28日 (定時総会前)	定時総会議案 平成24年度収支決算及び事業報告 平成25年度予算計画及び事業計画 理事および監事の選任 定款の変更 出版編集 企画委員会検討課題 平成25年度研究会・見学会担当企業	審議・承認 修正・承認 修正・承認 承認 承認 承認 承認 承認
同 2月28日 (定時総会終了後)	定時総会議案の確認 代表理事・業務執行理事の選定 平成25年度組織体制 平成25年度春季研究会・学術講演会	確認 互選・承認 修正・承認 日程承認
同 4月19日	運営委員の退任・就任 出版編集 見学会実施計画 青木賞表彰委員の選任・表彰規定見直し	承認 承認 承認 審議・承認

	春季研究会報告	承認
同 6月 28日	出版編集 マイクロメカトロニクス学術講演会実施計画 学会 HP 更新管理 見学会実施報告 青木賞について	承認 審議・承認 審議・承認 承認 承認
同 9月 10日	青木賞選考審査結果 出版編集 見学会実施報告 秋季研究会実施計画	審議・承認 承認 承認 承認
同 11月15日	出版編集 定時総会議案検討 青木賞規定の見直し 学術講演会実施報告 秋季研究会実施報告	承認 継続審議 継続審議 承認 承認
同 12月20日	定時総会議案の検討 出版編集	継続審議 承認

[2]総会

開催年月日	主な議事事項	会議の結果
平成25年2月28日	平成24年度収支決算及び事業報告・監査報告 平成25年度事業計画・予算計画 理事および監事の選任 定款の変更	可決・承認 承認 可決・承認 可決・承認

4. 許可，認証，承認，証明などに関する事項

該当なし。

5. 契約に関する事項承認

契約年月日：平成25年2月1日

相手方：公益社団法人精密工学会

契約の概要：事務局として朝日九段マンション902号室の借用

6. 主務官庁指示に関する事項

該当なし

7. 会員数動向

会員種別	平成25年度末	平成24年度末	増減数
正会員	158 (名)	160 (名)	△ 2 (名)
賛助会員	20 (社)	19 (社)	1 (社)
学生会員	4 (名)	6 (名)	△ 2 (名)
計	182	185	△ 3

8. その他重要事項

該当なし

一般社団法人日本時計学会

貸借対照表

科 目	平成25年12月31日現在		(単位:円)	
	当 年 度	前 年 度	増	減
〔資産の部〕				
【流動資産】				
現金預金	2,751,423	2,787,958	△	36,535
流動資産合計	2,751,423	2,787,958	△	36,535
【固定資産】				
(基本財産)				
基本財産	500,000	500,000		0
基本財産合計	500,000	500,000		0
(その他固定資産)				
定期預金	5,300,000	5,300,000		0
その他固定資産合計	5,300,000	5,300,000		0
固定資産合計	5,800,000	5,800,000		0
資産合計	8,551,423	8,587,958	△	36,535
〔負債の部〕				
【流動負債】				
前受会費	90,200	156,400	△	66,200
流動負債合計	90,200	156,400	△	66,200
負債合計	90,200	156,400	△	66,200
〔正味財産の部〕				
【一般正味財産】				
その他一般正味財産	8,461,223	8,431,558		29,665
一般正味財産合計	8,461,223	8,431,558		29,665
(うち基本財産への充当額)	-500,000	-500,000		0
正味財産合計	8,461,223	8,431,558		29,665
負債及び正味財産合計	8,551,423	8,587,958	△	36,535

正味財産増減計算書

一般社団法人日本時計学会

科 目	自 平成25年 1月 1日 至 平成25年12月31日	（単位:円）	
	当 年 度	前 年 度	増 減
〔一般正味財産増減の部〕			
〔経常増減の部〕			
〔経常収益〕			
【基本財産運用益】			
基本財産受取利息	5,612	1,789	3,823
【受取入会金】			
受取入会金	2,200	1,200	1,000
【受取会費】			
正会員受取会費	807,300	770,000	37,300
学生会員受取会費	4,000	3,000	1,000
賛助会員受取会費	2,150,000	2,200,000	△ 50,000
【事業収益】			
事業収益(研究会)	92,000	147,000	△ 55,000
事業収益(講演会)	300,000	243,000	57,000
事業収益(広告収入)	170,100	170,100	0
【雑収益】			
受取利息	4,718	432	4,286
雑収益	88,010	53,748	34,262
経常収益計	3,623,940	3,590,269	33,671
〔経常費用〕			
【事業費】			
臨時雇用賃金	1,007,840	1,015,998	△ 8,158
広報活動費	126,000	185,276	△ 59,276
旅費交通費	369,548	123,423	246,125
通信運搬費	41,660	32,400	9,260
消耗品費	25,641	210	25,431
印刷製本費	360,928	481,173	△ 120,245
賃借料	300,000	300,000	0
諸謝金	78,037	77,777	260
雑費	13,282	12,967	315
会議費	141,578	133,076	8,502
【管理費】			
臨時雇用賃金	400,932	400,000	932
旅費交通費	42,672	52,647	△ 9,975
通信運搬費	19,835	18,820	1,015
消耗品費	159,422	105,105	54,317
賃借料	300,000	300,000	0
租税公課	80,000	70,000	10,000
雑費	900	2,120	△ 1,220
委託費	126,000	168,000	△ 42,000
経常費用計	3,594,275	3,478,992	115,283
評価損益等調整前当期経常増減額	29,665	111,277	△ 81,612
当期経常増減額	29,665	111,277	△ 81,612
税引前当期一般正味財産増減額	29,665	111,277	△ 81,612
当期一般正味財産増減額	29,665	111,277	△ 81,612
一般正味財産期首残高	8,431,558	8,320,281	111,277
一般正味財産期末残高	8,461,223	8,431,558	29,665
正味財産期末残高	8,461,223	8,431,558	29,665

正味財産増減計算書 内訳表

一般社団法人日本時計学会

自 平成25年 1月 1日 至 平成25年12月31日 (単位:円)
実施事業等会計 法人会計 内部取引消去 合 計

科 目			
〔一般正味財産増減の部〕			
〔経常増減の部〕			
〔経常収益〕			
【基本財産運用益】			
基本財産受取利息	0	5,612	5,612
【受取入会金】			
受取入会金	0	2,200	2,200
【受取会費】			
正会員受取会費	0	807,300	807,300
学生会員受取会費	0	4,000	4,000
賛助会員受取会費	0	2,150,000	2,150,000
【事業収益】			
事業収益(研究会)	92,000	0	92,000
事業収益(講演会)	300,000	0	300,000
事業収益(広告収入)	170,100	0	170,100
【雑収益】			
受取利息	0	4,718	4,718
雑収益	0	88,010	88,010
経常収益計	562,100	3,061,840	3,623,940
〔経常費用〕			
【事業費】			
臨時雇用賃金	1,007,840	0	1,007,840
広報活動費	126,000	0	126,000
旅費交通費	369,548	0	369,548
通信運搬費	41,660	0	41,660
消耗品費	25,641	0	25,641
印刷製本費	360,928	0	360,928
賃借料	300,000	0	300,000
諸謝金	78,037	0	78,037
雑費	13,282	0	13,282
会議費	141,578	0	141,578
【管理費】			
臨時雇用賃金	0	400,932	400,932
旅費交通費	0	42,672	42,672
通信運搬費	0	19,835	19,835
消耗品費	0	159,422	159,422
賃借料	0	300,000	300,000
租税公課	0	80,000	80,000
雑費	0	900	900
委託費	0	126,000	126,000
経常費用計	2,464,514	1,129,761	3,594,275
評価損益等調整前当期経常増減額	△ 1,902,41	1,932,079	29,665
当期経常増減額	△ 1,902,41	1,932,079	29,665
税引前当期一般正味財産増減額	△ 1,902,41	1,932,079	29,665
当期一般正味財産増減額	△ 1,902,41	1,932,079	29,665
一般正味財産期首残高	△ 1,802,20	10,233,758	8,431,558
一般正味財産期末残高	△ 3,704,61	12,165,837	8,461,223
正味財産期末残高	△ 3,704,61	12,165,837	8,461,223

収支計算書

一般社団法人日本時計学会

自 平成25年 1月 1日 至 平成25年12月31日 (単位:円)

科 目	予 算 額	決 算 額	差 異	備 考
〔事業活動収支の部〕				
〔事業活動収入〕				
【基本財産運用収入】				
基本財産利息収入	1,500	5,612	△ 4,112	
【入金収入】				
入金収入	2,000	2,200	△ 200	
【会費収入】				
正会員会費収入	800,000	807,300	△ 7,300	
学生会員会費収入	5,000	4,000	1,000	
賛助会員会費収入	2,150,000	2,150,000	0	
【事業収入】				
事業収入(研究会)	100,000	92,000	8,000	
事業収入(講演会)	270,000	300,000	△ 30,000	
広告収入	200,000	170,100	29,900	
【雑収入】				
受取利息収入	1,500	4,718	△ 3,218	
雑収入	50,000	88,010	△ 38,010	
事業活動収入計	3,580,000	3,623,940	△ 43,940	
〔事業活動支出〕				
【事業費支出】				
臨時雇用賃金支出	1,040,500	1,007,840	32,660	
広報活動費支出	126,000	126,000	0	
旅費交通費支出	126,000	369,548	△ 243,548	
通信運搬費支出	60,000	41,660	18,340	
消耗品費支出	50,000	25,641	24,359	
印刷製本費支出	540,000	360,928	179,072	
賃借料支出	300,000	300,000	0	
諸謝金支出	80,000	78,037	1,963	
雑支出	20,000	13,282	6,718	
会議費支出	116,000	141,578	△ 25,578	
著作原稿料支出	20,000	0	20,000	
【管理費支出】				
臨時雇用賃金支出	409,500	400,932	8,568	
会議費支出	10,000	0	10,000	
旅費交通費支出	54,000	42,672	11,328	
通信運搬費支出	20,000	19,835	165	
消耗品費支出	72,000	159,422	△ 87,422	
印刷製本費支出	20,000	0	20,000	
賃借料支出	300,000	300,000	0	
租税公課支出	70,000	80,000	△ 10,000	
雑支出	20,000	900	19,100	
業務委託費支出	126,000	126,000	0	
事業活動支出計	3,580,000	3,594,275	△ 14,275	
事業活動収支差額	0	29,665	△ 29,665	
当期収支差額	0	29,665	△ 29,665	
前期繰越収支差額	2,631,558	2,631,558	0	
次期繰越収支差額	2,631,558	2,661,223	△ 29,665	

財産目録

一般社団法人日本時計学会

平成25年12月31日現在 (単位:円)
金 額

貸借対照表科目	
【流動資産】	
現金	98,057
現金	98,057
預金	2,653,366
普通預金(りそな銀行)	2,404,889
郵便振替貯金	248,477
流動資産合計	2,751,423
【固定資産】	
(基本財産)	
基本財産	500,000
定期預金(りそな銀行)	500,000
基本財産合計	500,000
(その他固定資産)	
その他固定資産	5,300,000
定期預金(三井住友銀行)	5,300,000
その他固定資産合計	5,300,000
固定資産合計	5,800,000
資産合計	8,551,423
【流動負債】	
前受会費	90,200
流動負債合計	90,200
負債合計	90,200
正味財産	8,461,223

一般社団法人 日本時計学会 平成 25 年（2013 年）11 月度 理事会議事

（記録：竹中 雅人 2013 年 11 月 15 日）

1. 開催日時：2013 年 11 月 15 日（金）16:00-17:15
2. 場所：中央大学理工学部（後楽園キャンパス）新 2 号館 7 階 2735 室
3. 出席者：〈理事〉佐々木，中島，梅田，植林，岩倉，今村，竹中（以上 7 名）

理事総数 13 名の過半数に付き理事会成立

〈運営委員〉渡辺，渡井，小池，吉澤，土肥，重城，藤田，馬場（以上 8 名）

〈監事〉佐藤（以上 1 名）

4. 審議事項

- （1）出版編集関係（別紙資料配付：植林理事説明）
- （2）マイクロメカトロニクス学術講演会の実施報告（土肥委員報告）
- （3）年度末に向けての確認

定時総会 2014 年 2 月 25 日（火）17:00-18:00 中央大学後楽園キャンパス

- （4）青木賞について（別紙資料配布：重城委員説明）
- （5）新入会員の承認
- （6）次回理事会

2013 年 12 月 20 日（金）中央大学後楽園キャンパス

5. 報告事項等

- （1）会員数状況（2013 年 11 月 15 日承認後）
- （2）平成 25（2013）年 9 月度理事会議事録

以上

一般社団法人 日本時計学会平成 25 年（2013 年）12 月度 理事会議事

（記録：竹中雅人 2013 年 12 月 20 日）

1. 開催日時：2012 年 12 月 20 日（金）16:00-17:00
2. 場所：中央大学理工学部（後楽園キャンパス）新 2 号館 7 階 2735 号室
3. 出席者：〈理事〉佐々木，中島，窪田，梅田，大谷，植林，増田，岩倉，今村，竹中（以上 10 名）

理事総数 13 名の過半数に付き理事会成立

〈運営委員〉渡辺，小池，吉澤，土肥，重城，藤田，馬場（以上 7 名）

〈監事〉佐藤（以上 1 名）

4. 審議事項

- (1) H25 年度決算見込み, H26 年度予算 (別紙資料配付: 中島理事説明)
- (2) H25 年度事業報告, H26 年度事業計画 (別紙資料配付: 竹中理事説明)
- (3) 出版編集関係 (別紙資料配付: 楢林理事説明)
- (4) 総会議案確認

- 1 号議案 平成 25 年度収支決算及び事業報告
- 2 号議案 平成 26 年度予算及び事業計画
- 3 号議案 理事の選任

(5) 次回理事会開催日

2014 年 2 月 25 日 (火) 16:00-17:00 中央大学後楽園キャンパス

5. 報告事項

- (1) 会員数状況 (2013 年 12 月 20 日承認後)
- (2) 平成 25 (2013) 年 11 月度理事会議事録

以上

一般社団法人 日本時計学会平成 26 年 (2014 年) 2 月度 理事会議事 — 2013 年度 最終理事会 —

(記録: 竹中 雅人 2014 年 2 月 25 日)

- 1. 開催日時: 2014 年 2 月 25 日 (火) 16:00-17:00
- 2. 場所: 中央大学理工学部 (後楽園キャンパス) 新 2 号館 2735 号室
- 3. 出席者: <理事>佐々木, 中島, 窪田, 梅田, 大隅, 大谷, 楢林, 岩倉, 今村, 竹中 (以上 10 名)
理事総数 13 名の過半数に付き理事会成立
<運営委員>渡辺, 小池, 渡井, 吉澤, 土肥, 藤田, 馬場 (以上 7 名)
<監事>日野, 佐藤 (以上 2 名)

4. 審議事項

- (1) 定時総会議案についての確認 (別紙資料配布: 中島理事・竹中理事説明)
 - 1 号議案 平成 25 年度収支決算及び事業報告
 - 2 号議案 平成 26 年度予算及び事業計画
 - 3 号議案 理事の選任
- (2) 出版編集関係 (別紙資料配付: 楢林理事説明)
- (3) 研究会・見学会の担当について (別紙資料配付: 大谷理事説明)

春季研究会（2014 年 4 月 25 日）：リズム時計

秋季研究会（11 月頃）：セイコーエプソン

見学会（6 月頃）：セイコーインスツル

（４）新入会員の承認

（５）次回理事会開催日

2014 年 2 月 25 日（火） 18:00- 定時総会后，中央大学後樂園キャンパス

（６）その他

理事交代に伴う運営委員の交代

５．報告事項

（１）会員数状況（2014 年 2 月 25 日承認後）

（２）平成 25（2013）年 12 月度理事会議事録

以上

一般社団法人 日本時計学会平成 26 年（2014 年）度 定時総会議事

（記録：竹中雅人 2014 年 2 月 25 日）

１．開催日時：平成 26（2014）年 2 月 25 日（火）17:00-17:40

２．場所：中央大学理工学部（後樂園キャンパス）新 2 号館 2735 号室

３．出席状況：以下の出席状況であり，定款の規定により本定時総会は成立

議決権ある社員総数 158 名，総社員の議決権の数 158 個，出席社員数 99 名（委任状 82 名を含む），
この議決権の総数 99 個，

出席理事：佐々木（議長），中島，窪田，梅田，大隅，大谷，楢林，岩倉，今村，竹中（議事録作成）

出席監事：日野，佐藤

４．議題：

（１）１号議案：平成 25 年度収支決算及び事業報告 ～承認

（２）２号議案：平成 26 年度予算及び事業計画 ～承認

（３）３号議案：理事の選任 ～可決決定

以上

一般社団法人 日本時計学会 平成 26 年（2014 年）2 月度 理事会議事

－ 2014 年度 第一回理事会 －

（記録：竹中 雅人 2014 年 2 月 25 日）

1. 開催日時：2014 年 2 月 25 日（火）17:40-18:00

2. 場所：中央大学理工学部（後樂園キャンパス）新 2 号館 2735 号室

3. 出席者：

〈理事〉 佐々木，中島，窪田，梅田，大隅，大谷，楢林，渡辺，今村，竹中（以上 10 名）

理事総数 13 名の過半数に付き理事会成立

〈運営委員〉 寺嶋，小池，小水内，吉澤，土肥，藤田，馬場（以上 7 名）

〈監事〉 日野，佐藤（以上 2 名）

4. 審議事項

（1）定時総会議案についての確認

各議案が提案通りに承認されたことを確認した。

（2）2014 年度の体制について

① 代表理事：佐々木理事

② 業務執行理事（代表理事補佐・経理担当）：中島理事

③ 業務執行理事（総務担当）：竹中理事

（3）次回理事会 2014 年 4 月 25 日（金）中央大学後樂園キャンパス

以上

講演募集

日本時計学会では毎年9月に学術講演会を開催しております。会誌発行が年2回のため適切な時期に講演の会告ができず、これまでは小範囲の方だけにお知らせして募集してまいりました。今後は常時講演募集を致しますので、研究発表を希望される方は下記へお申し込みまたはお問い合わせください。

〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部 精密機械工学科 大隅 久
Tel : 03-3817-1824 Fax : 03-3817-1820 E-mail Address : osumi@mech.chuo-u.ac.jp

編集後記

昨年からはアメリカなど海外経済の緩やかな復調と日本経済も円安を契機に回復基調になってきていました。それを背景に、2014年4月からは日本国内では消費税が8%になりました。それにより、この2、3月は生活必需品や趣向品を問わず、高額品から中価格品までもの駆け込み需要が起り、市況は瞬間的に特異的な販売影響がありました。その後4月以降の反動の状況も見守らないといけませんが、大きな落ち込み影響もなく推移している状況にあると思われます。来年には消費税10%も予定されおり、その後の影響を心配する声が聞こえつつあります。

時計産業においては新たな変革の時を迎えつつあります。新たな時計機能としてBLEやGNSSを利用した時計が各社より登場し、時計としての進化と商品の魅力付けがされてきています。

時計学会では学会をさらに魅力あるものにするために、このような時計の進化の基礎となる研究や技術を本学会誌や講演会、研究会、見学会などの各行事で時計学会ならではの企画、取り組みを行っていきます。社会状況は変動しやすい状況ですが、時計関連技術の発表、交流の場として皆様のお役に立てればと思っています。学会の更なる発展のため、多くの皆様からの投稿、講演会発表の申し込みをお待ちしております。

(窪田 勝 記)

複写される方に

本誌に掲載された著作物を複写したい方は、(社)日本複写権センターと包括複写許諾契約を締結されている企業の方でない限り、著作権者から複写権等の行使の委託を受けている次の団体から許諾を受けて下さい。

〒107-0052 東京都港区赤坂 9-6-41 乃木坂ビル (中法)学術著作権協会

Tel : 03-3475-5618 Fax : 03-3475-5619 E-mail : jaacc@mtd.biglobe.ne.jp

著作物の転載・翻訳のような複写以外の許諾は、直接本会へご連絡下さい。

日本時計学会誌「マイクロメカトロニクス」 Vol.58, No. 210 2014年6月10日 発行

印刷所 ニッセイエプロ株式会社 Tel : 03-5733-5151

〒105-0004 東京都港区新橋 5-20-4

学会事務局 三浦 敦子

〒102-0073 東京都千代田区九段北 1-9-5 朝日九段マンション 902

Tel : 03-3288-5160 Fax : 03-3288-5175 E-mail : tokei@hij-n.com

ホームページ <http://www.hij-n.com>