

アンティーク時計学叢書

リピーターの歴史としくみ

*HISTORY & MECHANISM of
REPEATERS*

アブラハム・リース 著

ABRAHAM REES, 1820

フュゼ

本書について

本書は、時計に組み込まれる複雑系メカニズムの中でも、歴史が古く、いまは高級時計に搭載される代名詞ともいえる《リピーター》機能について解説した本である。今日のリピーターとは、決まった時刻になると自動で時を知らせる塔時計や置時計などとは違って、使い手が操作したそのときの時刻を1時間や15分単位、さらには1分単位で鳴りわけて知らせてくれるメカニズムである。複雑な構造ゆえに、わかりよい和書がなかなか見あたらないが、フランスやイギリスでは二百年ほど前からその手の本が存在する。今回は《ストックテンモーション》と呼ばれるメカニズムを最初に説明したアブラハム・リースの百科全書を柱としながら、前後の時計学書を補うかたちでより深く理解に迫ろうという趣旨である。

本書で取り上げたスミス、デーラム、リースはみなイギリス人だが、日本ではこれら専門家による英語のテキストがあまり注目されてこなかったように感じられる。リピーターのメカニズムに関する本の事情はフランソワ・ルクルト著『A Guide to Complicated Watches』の序文にもみられるが〔参考文献②〕、スイスの時計学校の授業で若い生徒にも読みとける良書がないとの歎きが綴られているのが印象深い。本書で扱われたメカニズムはいずれも旧式なものになるが、リピーターの基

本について理解するには十分ではないかと思われる。近代的なメカニズムは他書に譲りたいので、巻末にまとめた『参考文献』もご覧いただきたい。

訳出にあたってひとつ、パーツの呼び方という大きな課題がある。現代の腕時計メカニズムや和時計に明るいかたなら、それらのパーツ名にはすべて厳密な言葉が与えられており、スイスはもとより日本工業規格においても、作業の現場で混乱がでないよう部品番号がふられていることを御存知のはずである。しかしながら現代のように整備された機械にまで淘汰されるその前段階の、互換性ありきで考えられた大量生産式のパーツ流通システムもない時代のメカニズムではなかなかそうもいかず、本書であつかう古いリピーターになるともうお手上げである。そのためパーツ名称については、多くの場面で、英語またはフランス語由来の単語をそのまま音写する方針とした。もし原典に当たって読み込んでみたいと思う方がおられれば、このほうが遠回りをしないで済むだろうという目論見もある。

文章表現の時代考証などに興味をお持ちで、底本と本書を突き合わせてみようと思われる方には、英文から和文への直し方について若干気を付けていただきたい点がある。この時代のテキストを原文の見た目に拘ってピリオド区切りで句点を付けようものなら、本書の一ページに「。」が二つ三つしか出てこないという場面が多発する。これだと大きな係り受けができてしまっただけでなく、第一目標である内容の理解にとってハードルが上がると考えられる。こ

のあたりの事情はR・ワトキンス氏のリピーター本の序文[参考文献⑥]などからも感じられる。本書では、オリジナルの文体ありきではなく、自然な日本語を目指して訳出することとした。

なお、インターネットでの検索や古い文献のカatalog化が進む現在では、本書であつかった文献のほとんどがオンラインで閲覧可能な状態にある。これらはたいてい発行当時の原本をそのまま丁寧にスキャンしたものであるため、当然のことながら一つ一つ手作業で活字を拾っていた時代のマイナスの事情もそのままであり、読むだけでもなかなか骨が折れることが多い。本書は機械や手工芸の専門家むけというよりも、一般に科学やメカニズムに興味をもつかたが読まれることを想定している。研究を目的とする方がそちらを参考にさせていただくのは勿論とはいえ、その場合でも、本書が多少なりともお役にたてればこの上ないことである。

蕪雑ながら、今回の抄訳の上梓により、なにかしらこの歴史ある技術に知的な好奇心や雰囲気を楽しみたいといった興味をもたれる方がおられれば幸いである。

訳者 識

目次

本書について	3
ドキュメンテーション事始め.....	9
時計専門書の登場	11
スミスの『時計学問答』	12
デーラムの『匠の時計師』	15
百科全書の時代	17
リースによる解説（1820年頃）	25
懐中時計の発展	27
懐中時計の基本構造	31
全体のつくり	31
フュージのはたらき	36
テンプの役割	42
指針を動かす	47
仏式リピーター	51
パーツの全体構造	51
作動シーケンス	58

サプライズ	66
未解決の問題点	69
英式リピーター	71
ストックテンモーション	71
パーツ構成	72
ラック部	78
香箱とラチェット	84
ハンマーの動作	86
クロスピース	88
オールオアナッシングとアンロック	91
文字板とスネイル	93
アワースネイルと後退ラチェット	97
全体のシーケンス	101
異色のクォータシーケンス	105
参考資料	109
本文で参照したイラストの全体図	110
リピーターの誕生（1826年、リード）	113
星車が動かないメカニズム（ソーニエ）	121
参考文献	124
人名綴りと生没年	135
英仏君主の在位と和暦	138
基本単位等	140
底本について	141

リースによる解説

アブラハム・リース

1820

懐中時計の発展

時計学における《ウォッチ》とは、つぎつぎと流れゆく時の部分部分を計って表示して、持ち歩きできる機械のことをさす。この実用的なメカニズムは、至高なる科学の原理のもとに設計され完全なる手法で実装された、四度^{よたび}を迎えんとする百歳^{ももとせ}の連綿たる錬磨の、天才のなかの天才たる技術者が育んだ、その発明を懐^{ふところ}に宿すものである。さらには、決して周期を変えることのない我らが地球の自転をして、時から分、さらには秒へと刻んでいくという、その奇抜にして巧妙なる技に思いを馳せるとき、パーレーがこの珍しい機械を、人類の際立った創意工夫のお手本にあげたことなど、驚くにはあたるまい〔訳注：参考文献⑧〕。

持ち歩けるパネ式クロックを初めて懐中型サイズまで小さくした職人がだれだったかを特定するのは難しい研究課題だが、最初に動いたのはドイツ国内だったと想定される。しかしながら懐中型は、パリ市管内で、大小を問わずクロック・アラーム・懐中時計の製造及び委託製造の特権を囲い込むよう、時計師の親方で作るパリの組合がある規則を施行させていることから、一五五四年にはフランスで大衆化していた事がはっきりしている。

とはいえ、ホイヘンスやフック博士の時代よりまえに作られた小型クロックや懐中時計はたいへん低性能であり、とても1時間を分や秒に刻める代物^{しろもの}ではないと言いきれる。2つのパレットとそこから生えたテンプは〔訳注：図1参照〕、雑な仕上げからくる摩擦、物質の慣性、空

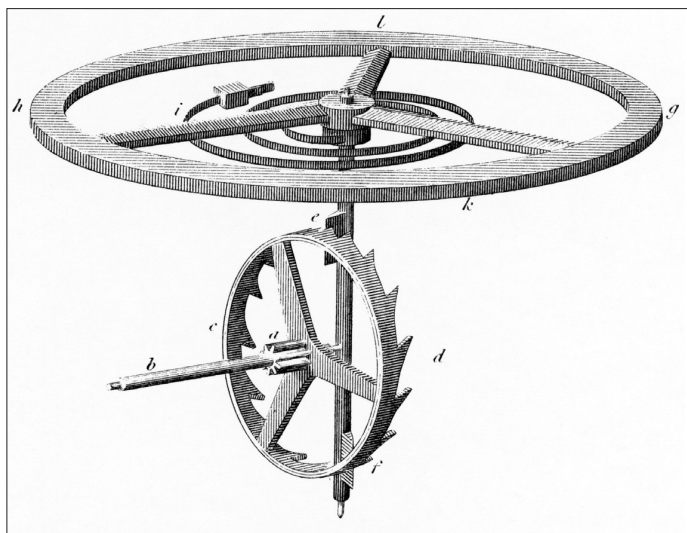


図1: テンプ・ヴァージ・パレット・ガンギ車

気抵抗などといった、さまざまな妨害要素から影響を受けるがゆえに、保持力から作りだす動きを歯車仕掛けで整えるにはあまりにも不完全だった。その結果、輪列の主ゼンマイの力をうまく相殺する動かししかたとか、振れが反転しはじめる局面ではできるだけ長く動きを止めようとかいったことを、回すテンプの重さを試しながら決めることになってしまい、それをもって計った時間を刻んで時を表示することになる。こうした厄介さ^{やっかい}は、重力と振子の関係によってかわるヒゲゼンマイの導入をもってようやく取り除かれ、さらに振れの前半で動いているテンプに勢いをつける加速についても後半での動きの抵抗をまかなうのに十分となった。さらに、制御するバネの形・長さ・強さもしかるべく合わせ込まれていくと、等時性のパフォーマンスは振子の一定不変性に迫っていくのである。この実用的な発明にたいする名誉の競いあい^{あひだ}は、一六五八年に至るまでの数年間、ホイヘンスとフック博士のあいだで激しく争われるわけだが、出版した順番をもって発明の先取

権^{あかし}の証とするならば、我が国の天才に軍配はあがるべきである。

本書の『クロノメーター』、『クロック』、『補正テンプ』、『文字板』、『脱進機』、『駆動力と保持力』、『ルモントワール』〔訳注:本書では割愛、脱進機(一部抜粋)とルモントワール(全訳)については参考文献⑦を参照〕では、時計の重要な部分について考察していく予定であり、実際の機械の構造もできる限りバラエティに富んだかたちでくわしく説明していく。ほとんどおさらいした形だが、歴史や科学的な原理、補正、職人の上級技はべつとしても、素^すの懐中時計についての記述が残っている。たっぷり議論してきた事柄のすべてと構成パーツを、メカニズムごとに精密な版面によって説明していく。

しかしながら、日常生活における娯楽や実用といった目的のために、チャイムやアラームや打ち物、さらにはリピーターのメカニズムといった、普通の時計に応用して動かしたりする付加機構については、本論にてよく理解できるだろう。仕掛けのほとんどは引っぱるという形で作動するため、クロノメーターに組み込まれることは一切なく、作りが最上級の懐中時計であってもめったに実装されることはない。

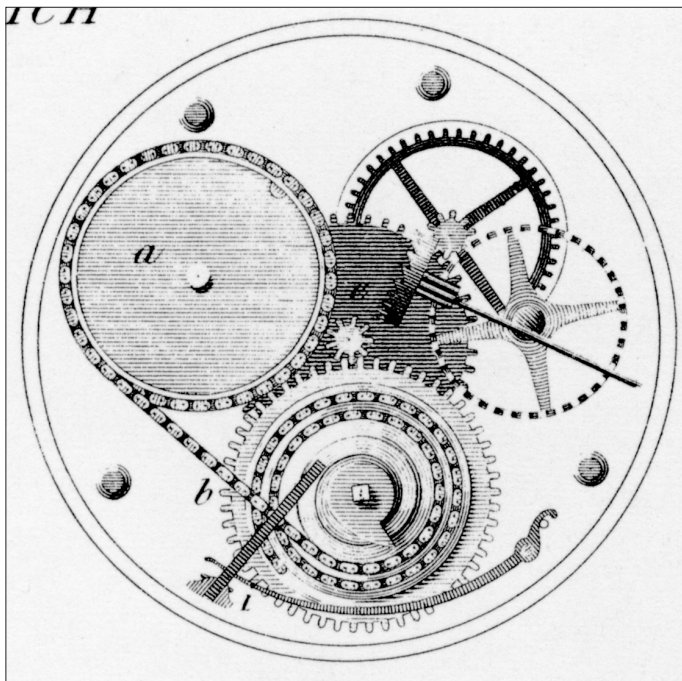


図2: 冠型脱進機をつかったウォッチ内部のようす

懐中時計の基本構造

全体のつくり

図3に示すようなフレームにあるピンを抜いて上受板^{うけいた}を外すと、図2のような良くある冠齒車型^{かんむりはぐるま}の脱進機をつかったウォッチ内部の仕組みがあらわれる。図4はフレーム全体の断面図だが、パーツ全体のつながりが見てすぐわかるよう、この《キャリバー》は一直線に組んだごとく描いてある。見たとおり図2と図4では参照記号が共通である。

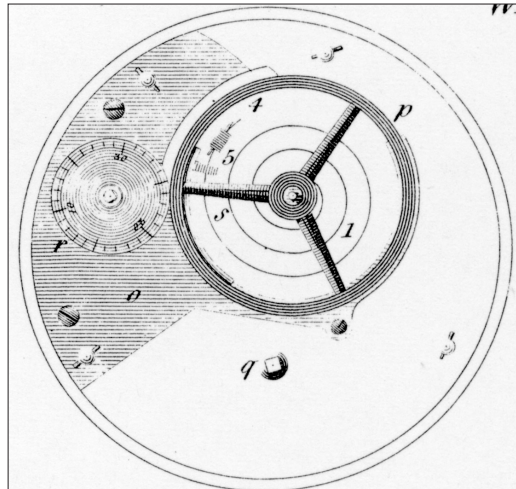


図3: テンパが見える上受板のようす

Fig. 2.

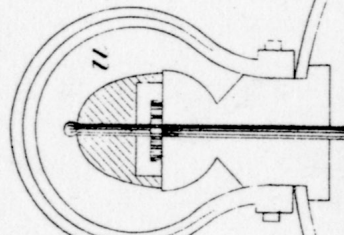
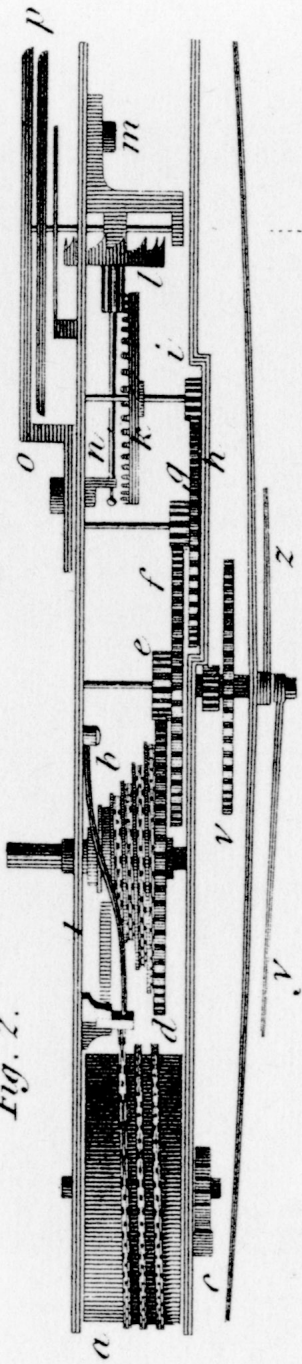


Fig. 9.

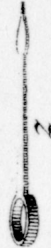
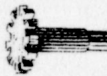
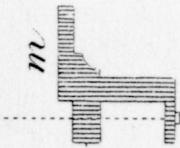


Fig. 10.

図4: 主輪列と指針部分

一般的に《ムーヴメント》という言葉で呼ばれるこれらの歯車やピニオンを動作させる主ゼンマイは、図2・4・5にていろいろな角度で描かれた円筒形の箱④に収められている。図5はこの《香箱》の分解図になるが、④のすぐ上に描いたとおり、緩んだ状態では渦巻き型に広がっている。ゼンマイ内側の先はピンの付いた軸に引っかけるが、この軸のホゾは蓋から飛び出ている。ゼンマイは、専用工具をつかって強い力をかけた状態で入れたあと、その外側を香箱の縁にあけた穴に引っかける。この軸をしっかりとおさえながら香箱を回していくと、ゼンマイのコイルは中心部から巻き取られていって、その軸にぴったりと巻付くことになるが、この動きを《巻上げ》と呼ぶ。おなじことは香箱側をしっかりとおさえなくても出来るが、その場合は軸だけが回ることになる。しかしながら軸を回してしまうと、ゼンマイを巻上げていっても、香箱からほどける必要があるチェーンがいつまでも動かないまま

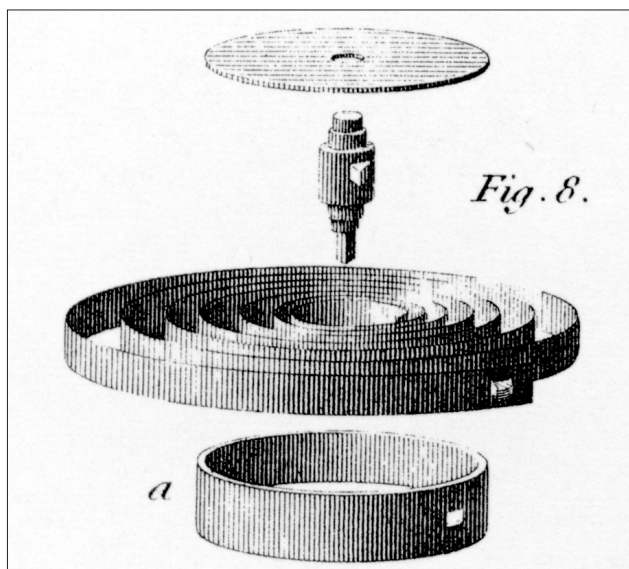


図5: 香箱と主ゼンマイ

となる。それゆえ、軸のほうを動かさずにこの箱を回す必要があるわけだが、それにはこうすればよい。このチェーンの一端をゼンマイ箱の側面にしっかりと固定し、箱の周囲に数回巻き付けたら、他端をフュージ⑥に固定する。そうしたら、この香箱の先の角軸が回ってしまわないよう、柱板の反対にて、図6のような小さなラチェットとクリック©で捕まえてやる。フュージの角軸に鍵をさし込み、正しい向きに回せば、チェーンは香箱からほどけながら、フュージの溝に巻きついていくのは明らかである。ゼンマイが香箱の中心部へとグルグル巻きついていけば、フュージは反対向きに引っぱられ、いずれはまた一番テンションがかかった状態に戻ることになる。チェーンをグルグル巻きつけたフュージは、この目一杯巻いたコイルから引っ張られても、歯車の列とテンプがあるために、一気に逆向きにほどけていくことはないのである。

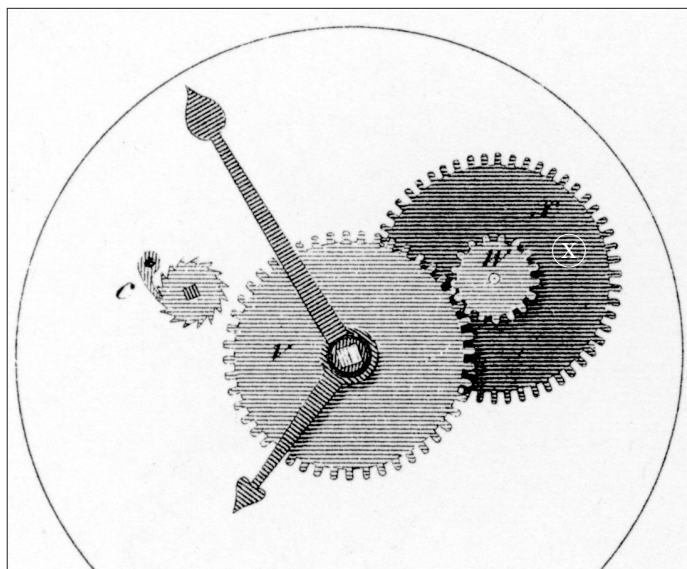


図6: 日ノ裏輪列と時針・分針

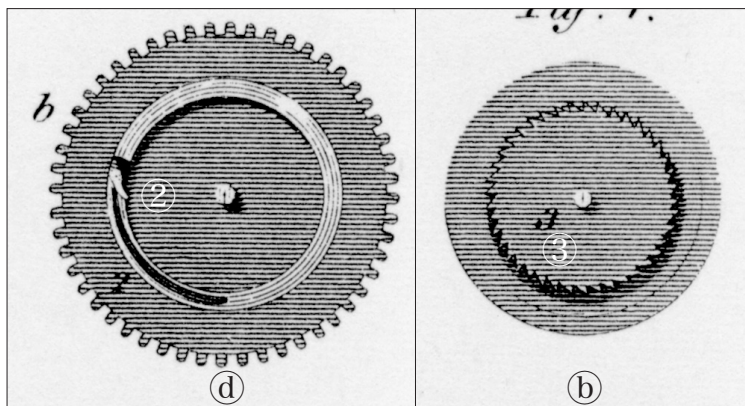


図7: 大車④と、フュージ⑤にある定力バネ②とラチェット③

断面図4からは、大車④とフュージ⑤の一番太い部分は合体しているようにも見えるが、実はそうではない。図7左からわかるように④側にはクリックとクリックバネ②が付き、フュージ⑤側には図7右のラチェット歯車が固定されているのである。このような工夫により、フュージ軸に鍵をさしてウォッチを巻上げていくと、先細るフュージをだんだんと上っていくピーク①〔脚注を参照〕がガードにぶつかるまで、チェーンがフュージの溝を埋めていく。図7左のクリックが図7右のラチェット歯で止まらずに斜面を滑っていくと大車④は動かないため、2番車の中ほどにあるピニオン⑥も動いたりしない。しかしこのゼンマイに、フュージにたいして逆向きの力をかけると大車④に付いたクリックがラチェット歯③をとらえるため、チェーンがフュージからほどけている間だけは、あたかもフュージ先端と一体化する。見方を変えれば、ゼンマイをふたたび巻上げる必要が来るまでのこの時間は、通常28～30時間である。

訳注) この‘beak’とは^{くちばし}嘴のことで緩いS字になったレバー。見た目では①か①か^{いち}^{ふた}①だが①はテンプレ、①と①は重複するため①と解釈した。

大車④からピニオン⑥までの動きをみてみると、長いレバーが短いレバーに力かけるのに似て、大車の力のほうは犠牲になって弱まるが、ピニオン側の速度についてみれば利得になっている。ピニオン⑥の軸は2番車①にカシメてあり、この歯車が同じように3番車⑧の軸にあるピニオン⑨を駆動する。するとまたこの力がピニオン①に力をつけるため、冠歯車⑫の軸では力は犠牲になる。こうしてまた歯車の直径とピニオンの直径の割合で減衰する。主ゼンマイの力はこのように輪列を伝わるうちに次々と弱まっていって、コントレート歯車①に力をつける段になったとき、その歯がテンプレット軸パレットに交互に衝撃を与える力は、摩擦やゴミや摩耗や空気の抵抗などの障害のすべて込みで、ちょうど右へ左へと振動するのに必要なぶんだけの力となって、テンプレット⑩に付いている水平ピニオン①を駆動するわけである。

我々が知るなかでもっとも古い脱進機であり、またその他のどんな脱進機よりも主ゼンマイの力の不規則性の影響下におかれるのは間違いないにもかかわらず、おそらくは作りやすい構造からか、この冠歯車型がふつうの時計にたくさん使われているのは納得しがたい。この脱進機の特性と動作は『脱進機』の項の1番で詳しく説明したわけだが〔訳注：本書では割愛、参考文献③⑦〕、読者には図1〔訳注：本書28頁〕にも目を通しておいいただきたい。

フュージのはたらき

一振り一振り、ヴァージ軸のパレットに与える力の変化を目立たなくさせるには、力が一定しない主ゼンマイの変化を可能なかぎりならす必要があることがわかる。またそのもっとも実践的な方法とは、保持力として利用する大車の軸に付ける（重力のかかる物体に対しては適切な）円筒を放物面に置き換えることだった。つまり、主ゼンマイは張力が増せば強くなるため、フュージの半径を徐々に細らせる（中身が詰まった）放物面を回して得られる形にしてやればよい。フュージの半径を徐々に小さくして、大車にかかる力をそれに比例するように弱めるため、フュージにチェーンを巻き付けることで力を変換するとい

図2: 主輪列と冠型脱進機

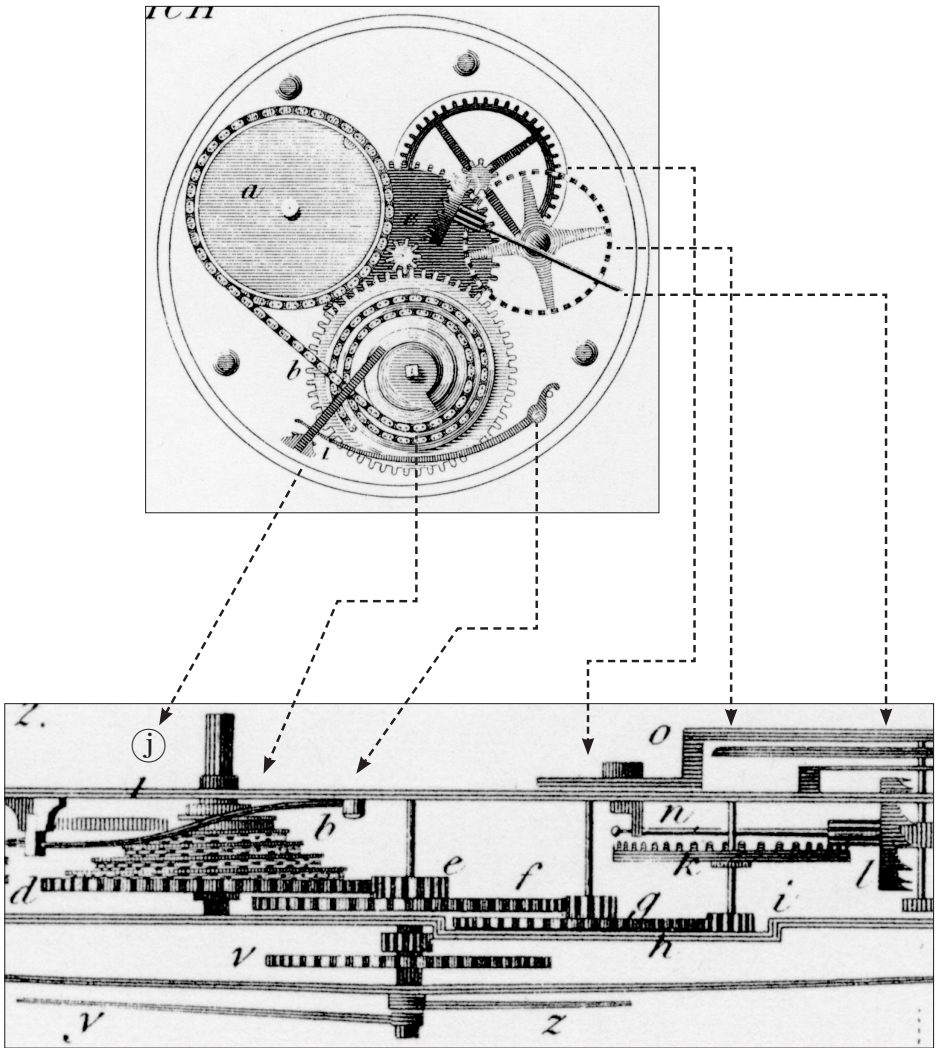


図4部分: フュージ⑥と、大車④から水平ピニオン①に至る輪列

う寸法である。

輪列を伝われば減衰する定めにあるゼンマイは、テンブに作用する段階での力を平均値をもって合わせるだけでは不十分なので、どこをとってでもテンションが均^{なら}せるよう、フュージの形を合わせ込むための《力の物差し》が欠かせない。これには図8のようなフュージ調整ツールと呼ばれる道具を使うのだが、これはフュージの角軸にさす錘のつい

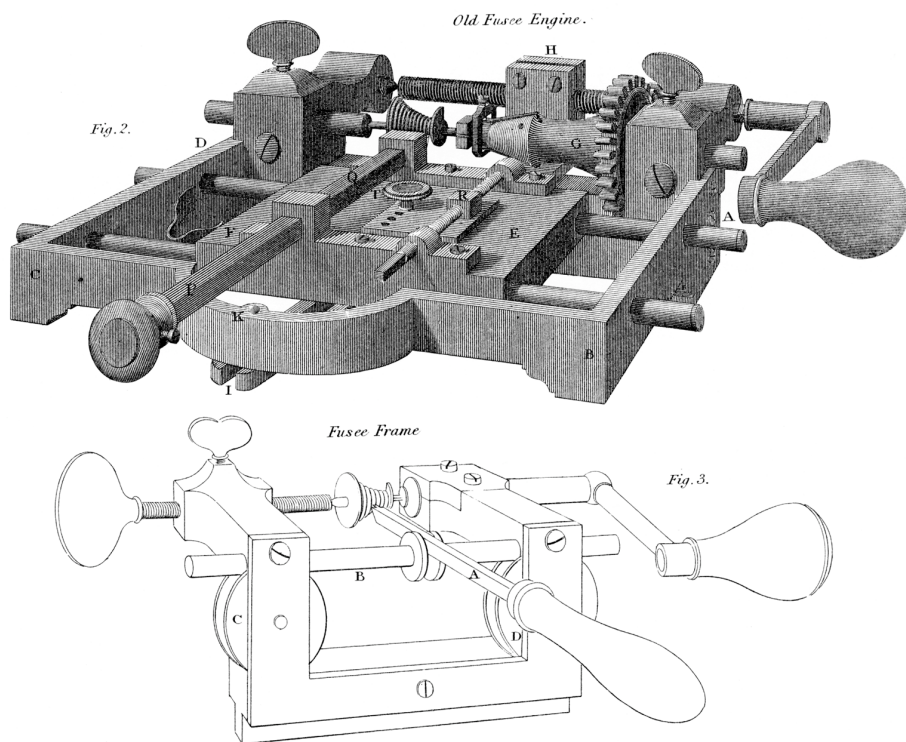


図8: フュージをカットする専用工具

訳注) 丸い握りを回してフュージを回しつつ送り、手前のカッターで溝を彫る

たスライド式レバー、という以上のものではない。というのは、鍵のかわりにレバーでゼンマイを巻上げながら、そのレバーに付けた錘がフュージの一巻き一巻きの各部分における主ゼンマイの力を精密に相殺すれば、フュージの形はおのずと適切にならざるをえない。というわけで、新しいゼンマイを時計に付けるときは、毎回この調整ツールにしたがって、フュージカッターでフュージを正しく調整すべきなのである。

フュージ上下端でのゼンマイの力は、図6の柱板の裏にある小さなラチェット⑥を回すことでズラシ調整もできる〔訳注：このズラシによる予備的な巻上げは《セットアップ》ともいう〕が、フュージの両端においてゼンマイが適切なテンションでうまく作用しているならこのラチェットクリックで調整してはならず、またその区間の力もフュージの形にそって平滑化されていなければならない。メカニズムのこの部分は ^{プリマム} ^{モビレ} *primum-mobile* 〔訳注：ラテン語で、トレミー天文学において最外輪の第

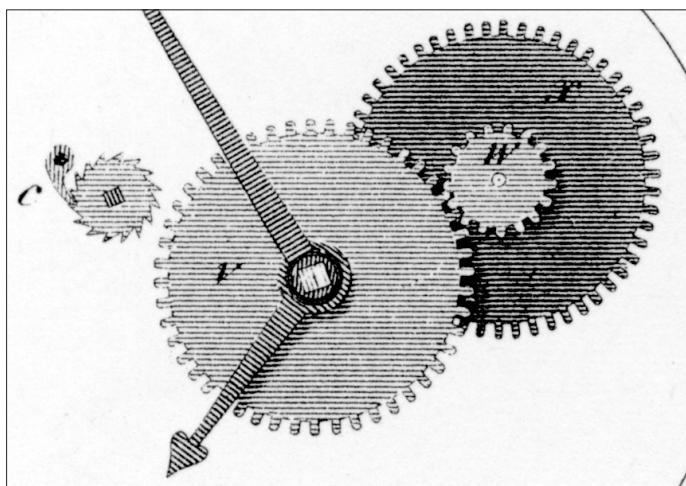


図6部分：柱板上にあるセットアップ用クリックとラチェット ⑥

図2: 主輪列と冠型脱進機

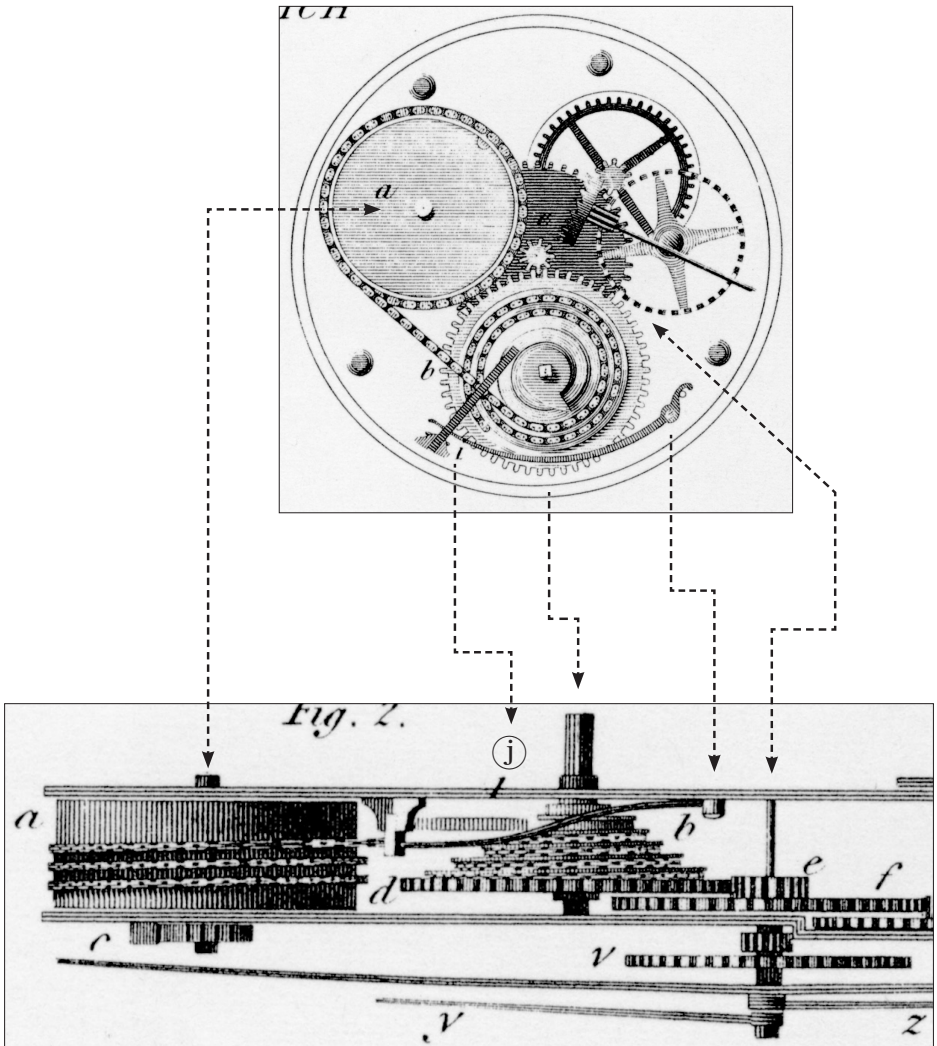


図4部分: 香箱〜大車とフュージ〜2番車

十天にある原動力] しながら、すべての動作の基本になることから、こ
こを等閑^{なおより}にしないよう肝に銘じてほしい。

フュージの放物面にカットできる螺旋の巻数は、受板の柱の高さ（つまりは時計の厚み）で決まってくる。フランス人は主ゼンマイの力の平滑化をテーパー型フュージで済ませることがよくある。分離型の脱進機をつかうならそれで構わないかもしれないが、冠歯車型の脱進機をフュージ無しで済ませるわけにはいかない。繰り返しになるが、大車^{は かず}④の歯数と2番車⑥の歯数というものは、フュージの巻取り数で決まるのであった。30時間駆動の時計でフュージが6回巻いてあれば、大車④は、2番車ピニオン⑤に対して $30 \div 6$ 、つまり歯数を5倍にしなければならない。もしそれが6葉だとするとこの歯車は $5 \times 6 = 30$ 歯になる。もし螺旋を7回巻くなら大車は48歯、ピニオンは12葉となるが、この場合の連続運転時間は $48 \div 12 \times 7 = 28$ 時間となる。フュージが5½であれば歯数50、ピニオンは10葉となつて、連続運転時間は27½時間である。

$$\frac{50}{10} \times 5\frac{1}{2} = 5 \times 5\frac{1}{2} = 27\frac{1}{2}$$

もし24時間でよければ6回巻いてピニオン⑤は12葉となり、大車④には歯数48が必要となる。このように、ピニオンなり歯車なり、フュージの巻取数とかを変えると、連続駆動時間まで変らないようにまわりの部品も辻褄^{つじつま}をあわせることになってくるわけだが、2番車⑥が1時間で1周するという部分だけは変わらない。ごく普通のウォッチのピニオンでは、歯数の多いピニオンより動作が劣る6葉しかないが、最上のウォッチやクロノメーターならどれも歯数はずっと多い。ヴァージ軸やガンギ車の軸がとくにそうだが、最上級ウォッチにおいては摩擦を減らす目的でホゾ部分に宝石を使う。しかし、状態がいろいろ変化するという欠点に対し、輪列を通して与えられる均一な衝撃力を最高のレベルで補正するのは、分離型やルモントワール型といった脱進機の役割になる。

テンプの役割

大ポテンス⑩と小ポテンス⑪はガンギ軸のホゾを支える一对の部品で、図4では取り付けた状態と外した状態の両方を示してある。この小さな受けはフレーム内の^{うえうけいた}上受板上にネジで止めてある。図4ではバネやボタン類、及びケースヒンジ部は動作と無関係なので省略してある。図3はこの上受板の上面で、テンプ⑫と受け⑬、及び振子の性質を持つことから《振子バネ》と呼ばれるヒゲゼンマイ⑭が見える。このヒゲゼンマイを使うと周期が安定し、進み遅れも調整できるようになるのである。

どのヒゲゼンマイであっても、そのウォッチを正確なパフォーマンスから外れなくする丁度よい長さというものがある。実験からその長さを決めたら、図3の④のところにある外端固定用ピンにクサビを1本打って狂わないようにする。とはいえ、温度が変化すると動いているテンプの運動量のほうは変わってしまうため、気温が高いと歩度^{ほど}が遅れて時間の損失が生まれ、寒ければ進むことになる。これはヒゲゼンマイ側での変化〔訳注：目に見えない磁性や物性などの原因も含意していると思われる〕とあわせて、テンプ本体の寸法が膨らんだり縮んだりすることによる。この欠陥を直すため、一般的なウォッチでは図9に示すような工夫を入れる。歯車①は図3側の丸い目盛部分⑮の裏側に

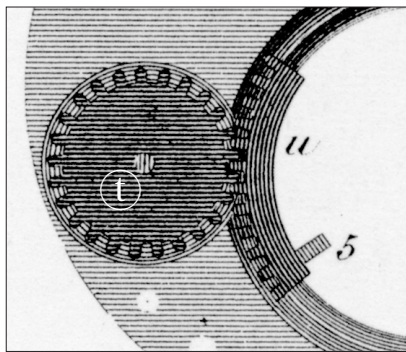


図9：緩急針のラック&ピニオン構造（裏面）

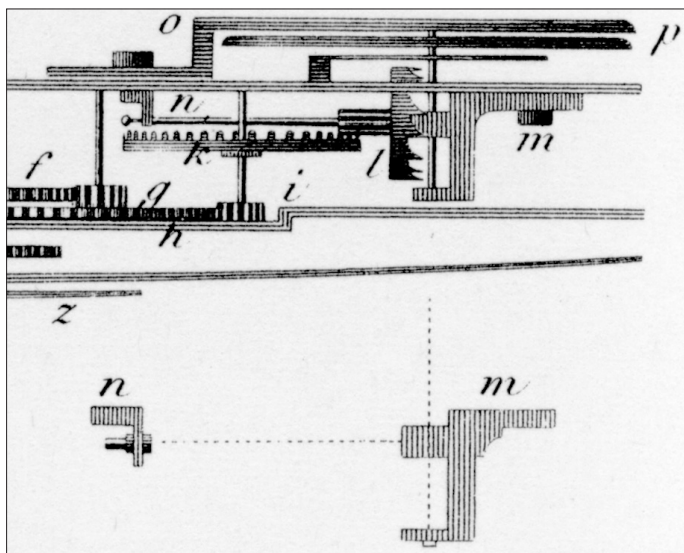


図4部分: テンプガード①とテンプ②、ガンギ軸の受け③④

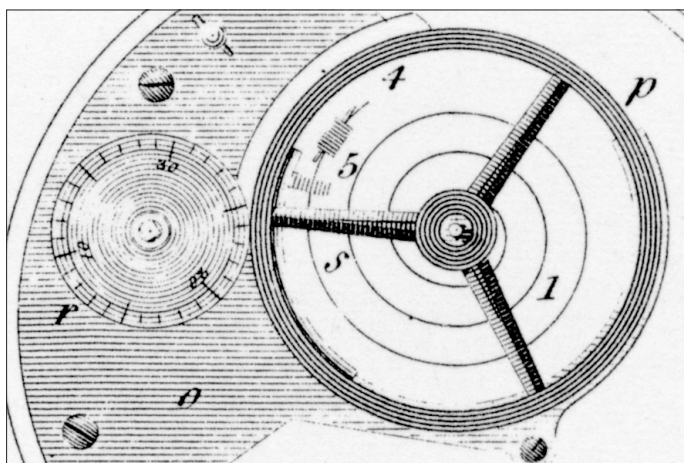


図3拡大: テンプ・ヒゲゼンマイ・緩急針・鍵巻き部分

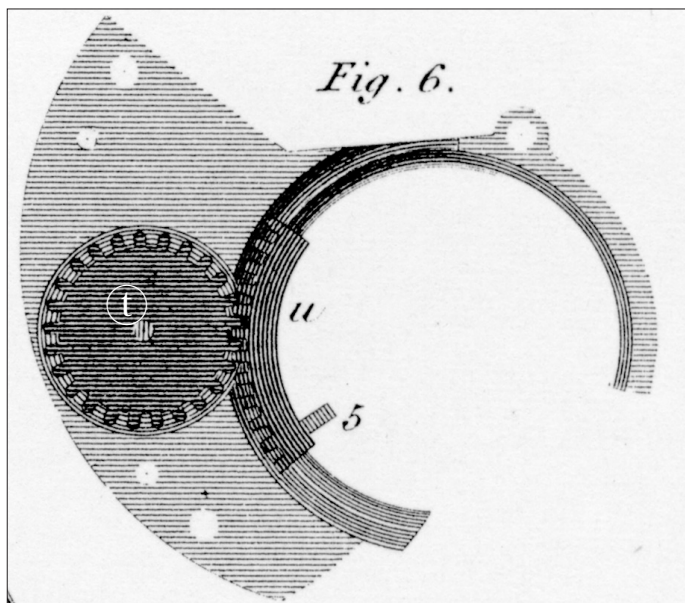


図9: 緩急針のラック&ピニオン構造 (裏面)

訳注) 右頁の図3を裏側からみた状態になる。円形の部分はくり抜かれた状態でなにも描かれていないが、断面図4に見るようにここは塵除けにする蓋があり、一般には透かし彫りなどの美しい装飾が施される。円周の4/5あるレール部分⑩に案内され、溝のあるヒゲ持ち⑤が滑らかに動く仕掛け。歯車①は鍵を使って⑤の位置を決めるためのもの。

あり、ひっくり返した図9側では両図に見えている丸溝のヒゲ持ち⑤が円形レール⑩に嵌め込んである。目盛側から鍵をさして角軸①を回せば、このヒゲ持ち⑤がレール上をズれる動きが生じ、その位置によってヒゲゼンマイの有効長が決まるわけである。また鍵をさす受けに彫ってある字《速い・遅い》の向きに回せば、それに応じてヒゲゼンマイの長短が運転の歩度を変えるので、該当する季節にふさわしい適切な長さが見つかるまで合わせこめばよい〔訳注：緩急針といえる。刻印は英語なら Fast / Slow でフランス語なら Avant/ Retard、または頭文字〕。

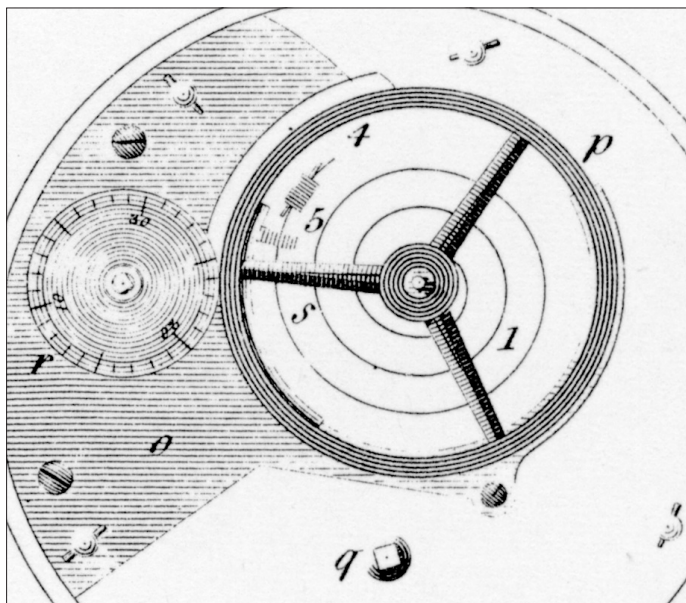


図3拡大: テンプ・ヒゲゼンマイ・緩急針・鍵巻き部分 (表面)

〔訳注〕左頁の図9を表側からみた状態になる。テンプ⑨の上にはテンプ全体をカバーする一段上がった円いガード部⑩があるが、ここでは説明のために省いてあることに注意。⑪は歯車①の回転角をしめす指標で、中心の角軸に鍵を挿してどちらかに回すことで進み遅れが調整できる。刻印は英語なら Fast / Slow でフランス語なら Avant/ Retard だが、それらの頭文字だけの場合もある。

ハリソン氏のタイムピースのヒゲ持ちは、温度による変化を利用する二本の金属製膨張レバーを使って動かしていた。しかし、時代が進んだ昨今の最上級クロノメーターにおいては、3ピース構造のテンプのリムが温度補正レバーとなり、温度の補正のみならず、回るテンプの一部ともいえる重たい錘を使って、歩度の調整までもこなすのである〔訳注: 次頁の図10 アーンショウ型テンプ参照〕。こうした完成度の高い機械においては、渦巻きや円筒状に作られた現代的ヒゲゼンマイの長さは、まず最初に長弧と短弧〔訳注: 大きく振れた角度を長弧、小さいとき

を短弧という]において時間をあわせるのだが、これは《等時性^{とうじせい}の長さ》と呼ばれており、そのあとの調整では手をつけない。とはいえ、この部分の素晴らしさについては、『クロノメーター』の項でたっぷり説明することにする〔訳注:本書では割愛、参考文献③⑦と③⑨に抄訳あり〕。

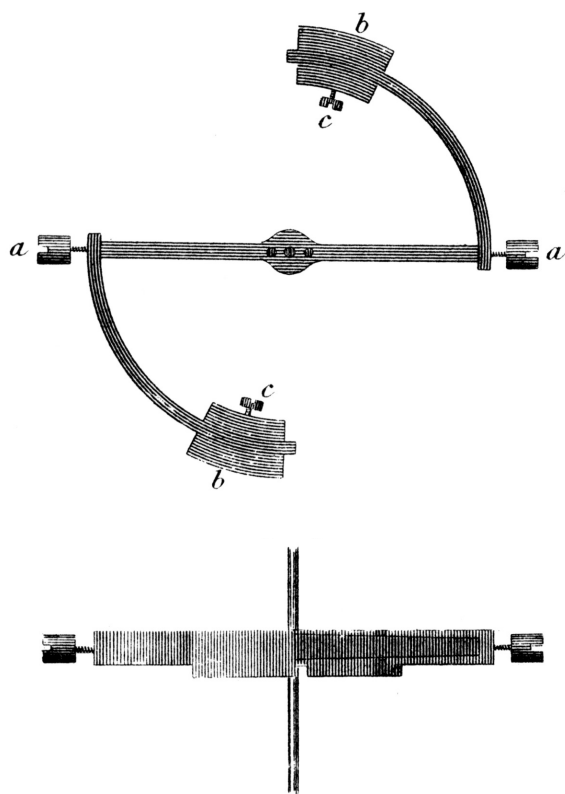


図10: アーンショウ型クロノメーターの3ピース構造テンプレ

指針を動かす

ウォッチについて最後の説明となる《日ノ裏輪列》は、^じ時と^{ぶん}分を作りだす部分である。これは図4をみてもらえばすぐ理解できるだろう。図4において分針⑨のすぐ上に描かれた《筒カナ》と呼ばれるピニオンは、時計となる2番車の軸とは摩擦頼みできつくはめ込んだだけの状態である。このふたつは1時間の間ずっといっしょに回ることになり、角軸にした先端には長いほうの針＝分針を付けるのである。つぎにこのピニオンは、柱板のすぐ横にあるピンにはめた歯車⑩を駆動する。歯車⑩の中心部分にはピニオン⑪がかしめてあり、そのピニオン

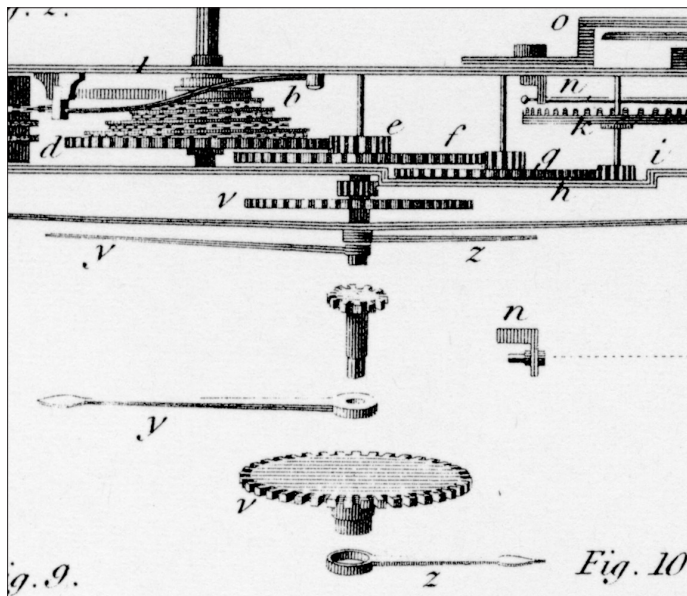


図4部分：時針と分針まわり

訳注) 時計車⑨の中央には筒カナが入るための穴が必要なので修正が必要。
図の下半分は、分針⑨を筒カナに挿し、時計車②を時計車⑨に挿すことを示す。

がまた、筒カナのチューブを通る2番目の歯車⑤を12時間で回すことから、時針はこの⑤に付けることになる。

この筒カナから時針車^{じしんぐるま}⑤への12回転ぶんの減速は、12倍の歯数をもつピニオン1個でも作り出せるわけだが、この動きはもう一度文字板の中心へもどさなければならないため、平歯車を2枚追加してやるか[次頁の脚注①参照]、平歯車とピニオン1組を追加する必要がある。それゆえに主輪列とおなじように考えてやって、12:1のギア比の二組、すなわち4:1と3:1にわけてやれば、大きすぎる歯車や小さすぎるピニオンを使わなくてよい。こうして、筒カナの歯数を15と仮定すると歯車⑧のほうは歯数が $4 \times 15 = 60$ となり、もし歯車⑤がおなじ歯数ならそのピニオンは $60 \div 3 = 20$ となることから、輪列式を考えてやれば、

$$\frac{60}{15} \times \frac{60}{20} = \frac{360}{30} = \frac{72}{6} \quad \text{または} \quad \frac{60}{5} = \frac{12}{1}$$

すなわち12倍を得る。この日ノ裏輪列では、ピニオンが決まれば歯車

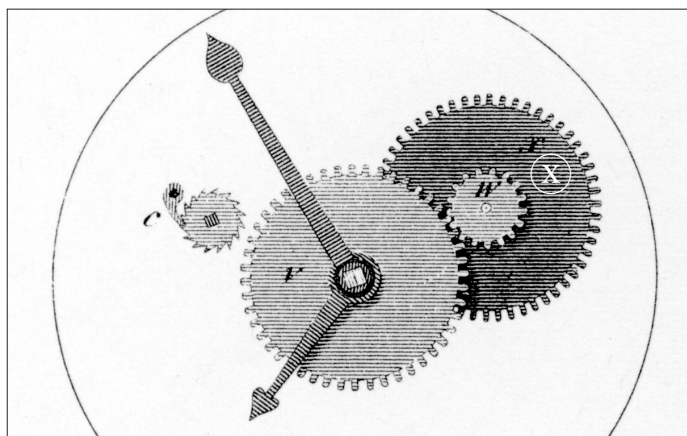


図6部分:日ノ裏輪列の時針車⑤と分針車⑧

がすぐ決まり、逆ならば逆がすぐ決まる。『クロックムーヴメント』のタイトルで、クロック用ムーヴメントを3カラムに分けた表で用意しておいたので、職人の現場で役立てていただきたい〔訳注：歯車伝達の単純な計算なので省略。底本③115-116頁を参照〕。

次の表は、やや書式を改めてあるが、ロンドンにあるバンヒルローのコールマン通25番のW・シャートが出版したものである〔脚注②③参照〕。これをもって本セクションは締め括ることにしよう。

大車	2番カナ	フュージ 巻数	大車	2番カナ	フュージ 巻数
48	10	$6\frac{1}{4}$	48	12	$7\frac{1}{2}$
50	10	6	50	12	$7\frac{1}{6}$
52	10	$5\frac{3}{4}$	52	12	$6\frac{13}{13}^*$
54	10	$5\frac{5}{6}^*$	54	12	$6\frac{2}{3}$
55	10	$5\frac{1}{11}^*$	55	12	$6\frac{1}{11}^*$
56	10	$5\frac{1}{3}$	56	12	$6\frac{3}{7}^*$
58	10	$5\frac{1}{6}$	58	12	$6\frac{1}{5}$
60	10	5	60	12	6
62	10	$4\frac{4}{5}^*$	62	12	$5\frac{5}{6}$
64	10	$4\frac{2}{3}$	64	12	$5\frac{2}{3}^*$

訳注① 参考文献⑨23頁の図3及び116頁の《ボロードミニッツ》を参照。

訳注② 上の表は、大車の歯数をG、2番カナの歯数をE、フュージの巻数をFとすると、 $G \div E \times F = 30$ を満たす数式にたいする具体的な数値を一覧にしたものに過ぎない。カナとピニオンは同義。F欄で*印を付けた個所は底本での印刷が不鮮明、かつオリジナルでの検証が難しいことから、訳者が上記数式から近いと思われる分数値を入れてあるため間違っている可能性がある。

訳注③ 参考文献⑩493頁で『train card』とするものだが詳細は不明。

仏式リピーター

パーツの全体構造

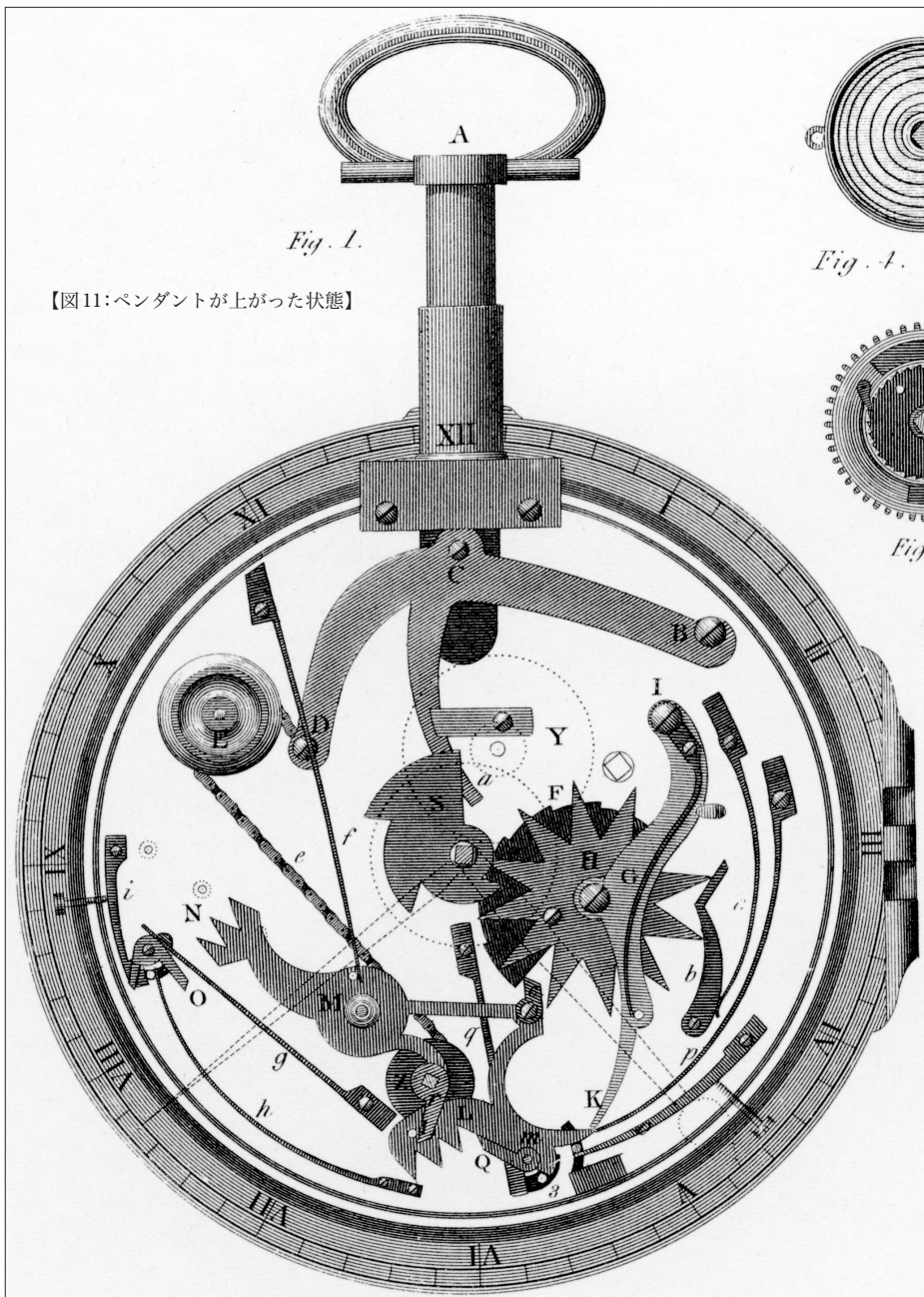
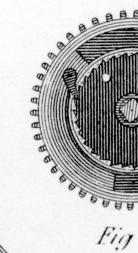
このメカニズムは、スイス式ウォッチにフランス式リピーターをのせた構造だが、次ページ以降のさまざまな図で示したように、もともとはトンビオンやクォーレなどのイギリス人時計師が使っていたものである。このあと説明するストックテン式リピーターの動きと比べれば、構造こそシンプルだが、あまり完成度が高いとはいえない。参照記号は大きな図と分解図で共通とし、分解した部品は大きいほうの図のしるべき位置のちかくに置いた。また読者が、からみあった部品の動作解説について来れるよう、まずは職人がこうした作動部品をどういう名前にしたかについて話しておくことにしよう。

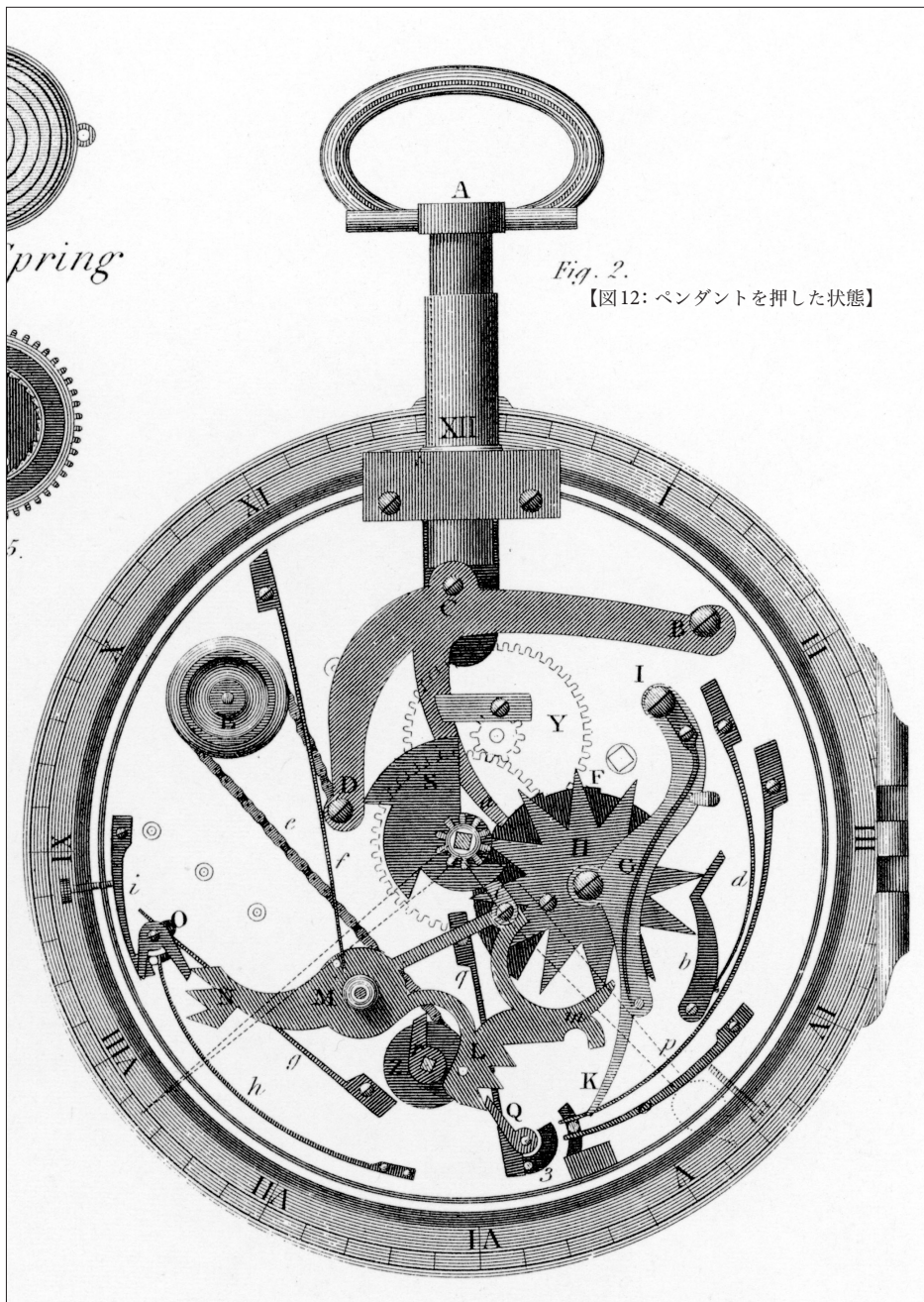
次ページの図11と図12において、ペンダントと呼ばれる丸い棒の先にある記号④はペンダントの環、ペンダントを押し込む穴をあけた根元がペンダントソケットである。③⑤⑥の三つ又レバーは《crémaillère》と呼ばれる〔訳注：“クレマイヨール”は現代フランス語ではラック&ピニオンの意。以下本書では《大ラック》とする。③を支点とし⑤が力点で⑥が作用点〕。⑦は軸が固定のプーリー、⑧はアワースネイルでアワーハンマーが打つ時の数を制限する。⑨は星車で、アワースネイル⑧としっかり固定する。⑩⑪は《tout-ou-rien》〔訳注：仏語読みで“トゥー・ウ・リエン”。以下本書ではオールオアナッシングとする〕で、⑩はそれに重ねたバネである。⑬と⑭は、ペアでつかってクォータの連打音をつくるハンマーテールを弾くための二組の歯である。⑮は初めに打つクォー

Fig. 1.

【図11:ペンダントが上がった状態】

Fig. 4.





タ音を弾くハンマーテールで、後から打つ音はQ（Qの下にある⑤の部分ともいえる）で弾くため、Qに付くハンマーはアワー打ちも兼ねている。⑤はアワーハンマーが時^{アワー}を打ち終わったあと、打つべきクォータ数をその時々で決めるクォータスネイルで、（停止位置を決める）ステップは3段ぶんある〔脚注を参照〕。図16の⑦と⑧はクォータスネイル⑤に嵌め込む部品で、⑤の下面からは外れない。aは大ラック中央レバーの先端部。bは星車をスパッと送るためのジャンパーだが、く[・]の字部分が浮き上がってしまわないよう、持ち上げたバネdの力がかかる続けるようにする。cは大ラックの先にしっかり留めたチェーンで、ブーリーeをぐるりと一周したあと、反対側が第二ブーリー②に付く。この②はリピート用ゼンマイの軸に挿さる。

- ① クォータピースMのピンを押すバネ
- h クォータハンマー用バネ (位置決め用)
- ① hを戻すバネ (位置決め用)
- g クォータハンマーテール用バネ (スタンバイ用)
- p アワーハンマー用バネ (位置決め用)
- o pを戻すバネ (位置決め用)
- q アワー兼クォータハンマーテール用バネ (スタンバイ用)
- ① ^{かずとり}数取

※リピート用輪列の大車の軸（クォータピースをハンマーテールに当てるもので、すぐ上でリピート用ゼンマイ軸と呼んだ部分）に付けるブーリー②の上に固定

以上が時計のおもて面のすぐ裏にあるメカニズムで、顔をはずせばフレーム上にあらわれる部品である。なお図11において点線の円だけで示した日ノ裏輪列は、裏のパーツを隠さないよう、図12では歯車とピニオンの輪郭で示してある。

訳注) 本文ではクォータを打たない部分を除く音を出すべき部分が3ステップある、という表現をしている点に注意。

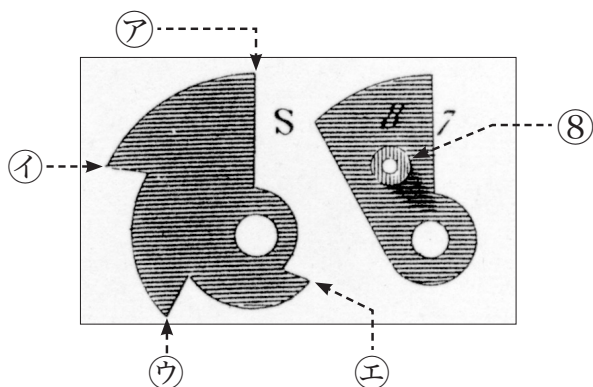


図16部分拡大: クォータスネイル⑧とサブライズ⑦⑧

訳注① ⑤にはピン⑧が通るやや大きめの穴があるはずなので、この図は細部が正確に描かれていないことに注意。

訳注② ⑤に記したアイウエはア～イが第1クォータに対応し、①～⑦が第2、⑦～⑫が第3、⑫～アが第4に対応する。分針と同じ回転をする⑤は右に回っていく。第1クォータは0分～15分未満なので時計はクォータを打たない。第2クォータではクォータ音を1つ打つことで、時計は第1クォータを満了したが、第2クォータを満了する手前であることを伝える。⑥が落下する地点まで⑦で示した角が右に回った瞬間（図12では5時位置＝約150度か）、この時計の分針は0分を指すことになることに注意。

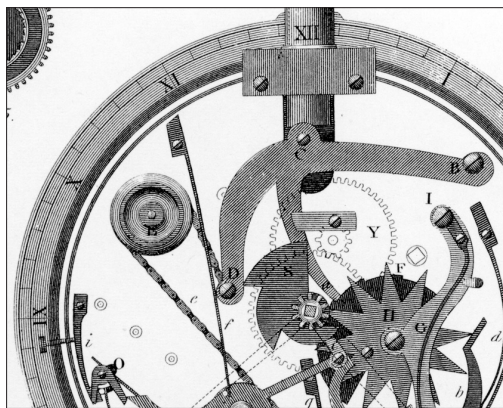


図12部分:

輪郭だけで示してある日ノ裏輪列は実線で描かれた部品の上ののる。

図13では枠組みとなる上受板^{うえうけいた}の裏にある仕掛けも見せたが、リピート用輪列（小輪列）にだけ陰影をつけてある。主だった機構は図11や図12に見える側にあり、フレームではさまれたリピート用輪列は図13に示すスペースに入る。

このリピートメカニズム用ゼンマイと数取^{かずとり}㊦は角軸^{かくじく}とし〔訳注：大きな力がかかったり精密な角度を出したい部分は、滑らないように角軸にすることが多い〕、図13の大車とラチェット㊧の軸はフレームとなる上受板を抜けて伸びている。さらに、図14のゼンマイを巻いている間は、図15の大車上にあるもう一枚のラチェットだけが回るため、後続のリピート用輪列はいつさい回らない。しかしこのゼンマイがほどけ、大ラック㊨がチェーンを引いてピンと張った瞬間、このラチェットはクリックに捕まり、時計の打方^{うちかた}として風切㊩を最終ピニオンとする輪列全体〔訳注：図13では打輪列である小文字のsで示す歯車は複数あることに注意〕が作動できるスタンバイ状態になる。以上のようにして、二本のハンマーが打つ速度が制御されるのである。

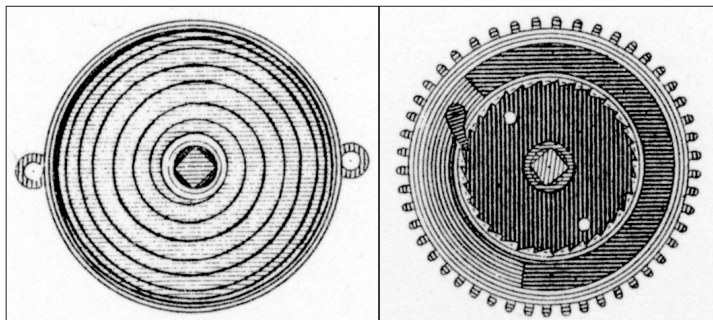


図14（左）：固定型の香箱 図15（右）：香箱内の定力バネ

訳注）打輪列用の香箱は固定型にするため、香箱の両側にはネジで止めるための二つの耳がある。この定力バネの形式も図7で見た主輪列用と同じく、ハリソン方式といえる。

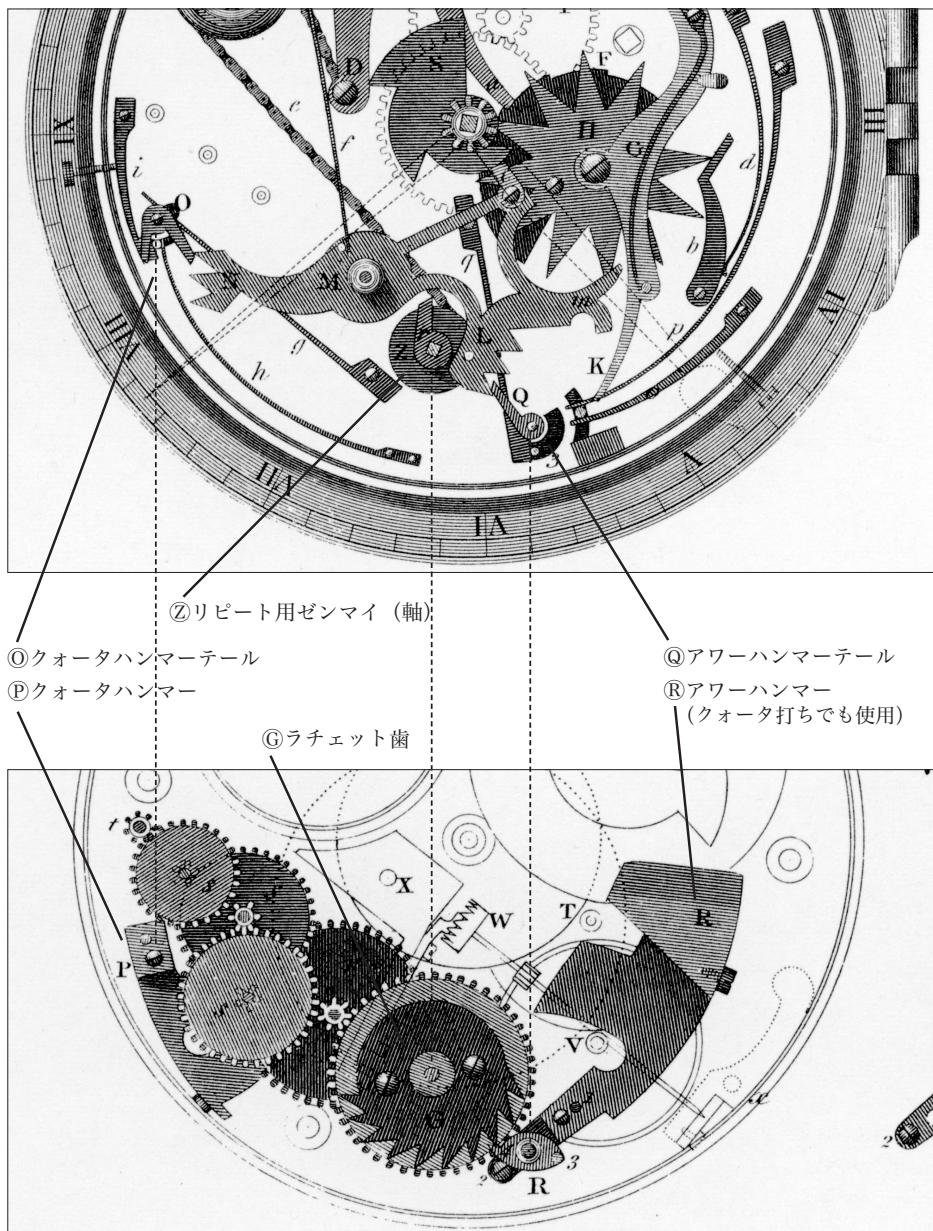


図11 (上)と図13部分 (下)：上層部と下層部のメカニズムの重なり [訳注：下図③の歯数は不完全]

作動シーケンス

さてここからは上に述べたリピーターメカニズムの動きを説明していくものとし、この、目にも複雑な仕掛けからどのように動きが生まれるかを見ていこう。ペンダントを少しだけゆっくり押し込むと、小さな受け⑤でおさえた大ラックの中央アーム先端①がアワースネイル⑦のステップの一つに近づいていく。と同時にアーム④はプーリー（フリクションローラー⑤）にかけたチェーンを引っ張り、第二プーリー②下の箱のなかにコイル状に入れたゼンマイを巻上げる。これと同時に、数取⑧がクォータピース⑩に挿したピンから後退する。

図11は待機状態から動きはじめる場面になる。いままさに、数取⑧の

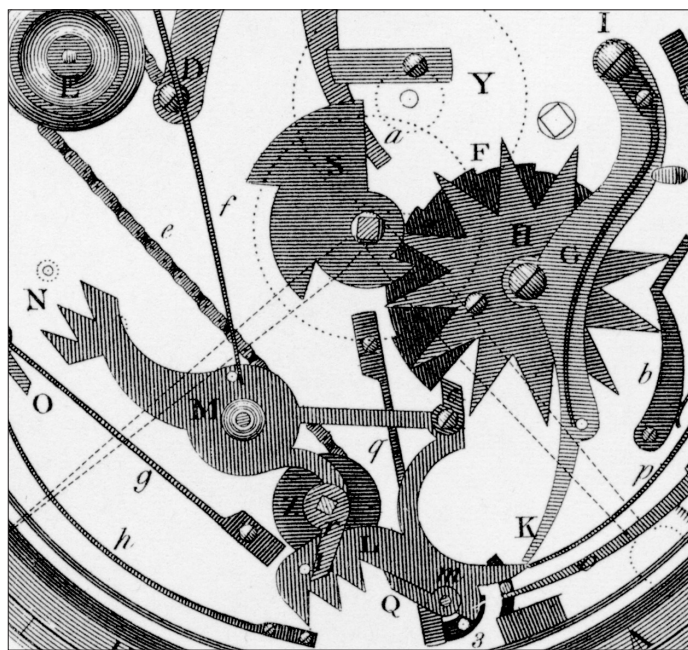


図11 部分拡大：待機状態のパーツの位置関係

————— フェゼの既刊書より —————
『アンティーク時計学』シリーズ（第一期六巻）

① 『時計発達史 一校訂版—』

1924年 高林兵衛 著
ソフトカバー271頁、A5版(21×15×1.5cm)、380g、旧字旧仮名
世界的に知られた、国内初となる本格的な和時計解説書の復刻。
初版発行 2015年6月:ISBN978-4-9906922-6-1

② 『漏刻とルモントワール』

1820年 アブラハム・リース 著
ソフトカバー195頁、A5版(21×15×1cm)、280g
リースの『百科全書』から水時計とルモントワール、及び脱進機を精選。
初版発行 2016年3月:ISBN978-4-9906922-9-2

③ 『ブレゲの生涯』

1921年 デイヴィッド・L・サロモンズ 著
ソフトカバー290頁、A5版(21×15×1.5cm)、400g
ブレゲ研究必携、記念的私家版の基礎資料。テキスト及びその抄訳。
初版発行 2016年4月:ISBN978-4-908795-00-8

④ 『マッジのタイムキーパー』

1763年 トーマス・マッジ 他著
ソフトカバー184頁、A5版(21×15×1cm)、280g
経度法懸賞金にかけた幻のタイムキーパーの全貌を多角的に見る試み。
初版発行 2016年10月:ISBN978-4-908795-01-5

⑤ 『フック博士と時計学』

1696年 ウィリアム・デーラム 他著
ソフトカバー140頁、A5版(21×15×1cm)、200g
懐中時計用の調速子や脱進機発展に貢献したフックの時計学を俯瞰。
初版発行 2017年12月:ISBN978-4-908795-03-9

⑥ 『リピーターの歴史としくみ』

1820年 アブラハム・リース 著
ソフトカバー142頁、A5版(21×15×1cm)、210g
複雑機構の代名詞リピーターの歴史と初期のメカニズムを詳細に解説。
初版発行 2018年4月:ISBN978-4-908795-04-6

※訳者略歴：1964年三重県生れ。1988年名古屋大学理学部物理学課卒業、1990年同理学部修士課程修了。専門は高エネルギー物理学(トリスタン実験プロジェクト)。民間企業にてデジタル通信機器のプログラマを経てテクニカルライティングに従事。2012年末から《フュゼ》の名称で出版活動を開始。理工学書の翻訳等。浜松市在住。

アンティーク時計学^{とけいがく}
リピーターの歴史^{れきし}としくみ

HISTORY & MECHANISM of REPEATERS

発行日	2018年 4月30日	初版	First Revision
	2018年 4月19日	印刷 (1.16/16)	
	2020年 9月1日	オンデマンド版	Print on Demand
発行者	フュゼ		FUSÉE
発行所	434-0031 浜松市浜北区小林450-1		Hamamatsu
著者	ジョン・スミス		John Smith
	ウィリアム・デーラム		William Derham
	アブラハム・リース		Abraham Rees
訳者	松下 健治		MATSUSHITA Kenji
印刷製本	株式会社ブックフロント		
	176-0012 東京都練馬区豊玉北6-13-3 上野ビル4F		

FUSÉE <http://www.cam.hi-ho.ne.jp/kenjim2/>
©2018 MATSUSHITA Kenji, All rights reserved. Printed in Japan.
ISBN978-4-908795-04-6 C0053