Bull. Natl. Mus. Nat. Sci., Ser. E, 36 pp. 27–38, December 22, 2013

文政十二年（1829）伊豫在政作自動割駒式文字盤和時計

佐々木勝浩[1]・近 藤 勝 之[2]

[1]独立行政法人国立科学博物館理工学研究部名誉研究員
〒305–0005　茨城県つくば市天久保4–1–1
[2]和時計学会研究員　〒124–0014　東京都葛飾区東四つ木2–10–15

A Japanese Clock made by Arimasa Iyo in 12th Year of Bunsei (1829) with the Automatic Warikoma Dial

Katsuhiro Sasaki[1]* and Katsuyuki Kondo[2]

[1] Honorary Curator, Department of Science and Engineering, National Museum of Nature and Science, 4–1–1 Amakubo, Tsukuba, Ibaraki 305–0005, Japan
[2] Fellow, The Society of Japanese Clocks, 2–10–15 Higashi-Yotsugi, Katsushika-ku, Tokyo 124–0014, Japan
* e-mail: kasasaki@sun.email.ne.jp

Abstract　The Warikoma dial (the seasonal variable dial with split hour pieces) is one of Japanese original mechanisms which had been contrived for temporal hour in Japanese clocks. Japanese clock makers invented the automatic Warikoma dial mechanism as the most developed one. Though we know 3 types of such mechanisms already, recently Kondo, one of the authers, found the Japanese clock which have a completely new type of automatic one made by Arimasa Iyo in 12th year of Bunsei (1829). Through the result of the disassembly examination by owner's permission, we were able to confirm the details of Arimasa's mechanism as follows: the clock consists of a differential gear mechanism with gears of teeth numbers 72 and 73 and a planetary gear. They make annual motion to the slit disk and reciprocating motion along the radial direction to 12 pairs of brass sectors, and therefore the hour pieces of Warikoma dial change seasonally their positions automatically.
Key words:　Japanese clock, Warikoma dial, automatic Warikoma dial, Arimasa Iyo, temporal hour, differential gear, planetary gear

1. はじめに

割駒式文字盤は和時計における不定時法時刻に対応する代表的な表示機構のひとつであるが，その究極の形として日本の時計師は自動化された割駒式文字盤機構を発明した．これについては2005年に既に佐々木他が報告[1)]したところであるが，今春，著者らは同報告で紹介した自動割駒式文字盤機構とは全く異なる新しい方式の自動割駒機構の存在を確認した．新方式の自動割駒式文字盤機構の和時計は，和時計としては大変貴重な製作年，製作地および製作者の刻銘をもつ櫓時計である．製作者伊豫在政は，前出の報告で紹介した円グラフ文字盤自動伸縮指針掛時計の製作者でもあり，同じ時計師の作品における工夫の過程を確認できる上でも，大変興味深い和時計である．今回，所蔵者のお許しを得て分解調査を実施する機会に恵まれたので，その結果を報告する．

2. 経　　緯

和時計に於ける割駒式文字盤の自動化の例として従来知られていたのは，株式会社東芝の創業者の一人であり，からくり儀右衛門の名で知られた

田中久重が，嘉永四年（1851）に製作した万年時計である．文部科学省の科学研究費補助金特定領域研究「江戸のモノづくり」の調査研究の一環として2003年に行われた三重県松坂氏竹川家資料の調査において，万年時計のそれとは異なる方式の自動割駒式文字盤をもつ岩野忠之銘の掛時計を確認した．その後，同方式の自動割駒式文字盤の例が相次いで3例確認された．さらに，岩野忠之の方式に類似した別方式の自動割駒式文字盤をもつ三宅正吉作枕時計が文献によって確認され，その結果自動割駒式文字盤機構をもつ和時計は6例が確認されることとなった[2)]．これらの和時計の自動割駒機構は万年時計のクランク駆動虫歯車反転方式，岩野忠之らの対放射状腕切込み楕円盤駆動方式および三宅正吉の単独放射状腕方式の3方式が確認された．

本年（2013年）3月，著者の一人近藤は，長野県長野市在住の善行院住職萩原博志氏の所蔵する和時計が自動割駒機構をもつ和時計であるかどうかの確認のために長野へ赴き，数葉の写真を撮影して持ち帰った．写真に写された文字盤裏のスリットや駆動用の差動機構は，今まで知られている自動割駒機構のどれとも異なるものであることを示していた．

調査と修復を兼ねて東京へ送られてきた和時計を，早速，分解調査を行った結果，この自動割駒機構の方式は一見して前出の3方式のどれでもないことが明らかだった．また，通常より厚みのある文字盤ユニット内に組み込まれた，自動割駒機構を駆動する歯車輪列の一つが欠損し，割駒の一部が半田で固定され，自動機構が機能していないことが判った．さらに，正面扉裏に刻まれた刻銘から，この櫓時計の作者は，近藤所蔵，国立科学博物館展示の円グラフ自動伸縮指針の掛時計の作者と同一人物であることが判明した[3)]．これから，両和時計の技術的共通点や展開の経緯を探る上でも大変興味深いものと考えられた．

3．時計の概要

分解調査は，2013年5月23日に時計の概要と自動割駒式文字盤について，7月15日に歯車輪列など時計機構について行った．調査結果の概要を以下に記す．

1）時計外観

この和時計機械は，鐘及び足を含めて高さ

写真1．文政十二年（1829）伊豫在政作自動割駒式文字盤櫓時計

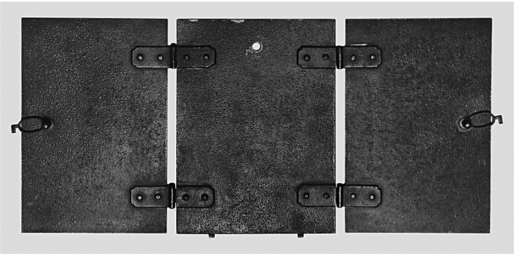

写真2．左右側扉及び背面側扉

22.0 cm，幅9.0 cm，奥行き9.0 cm，一挺天符，重錘駆動，真鍮製の中型の和時計機械である（写真1）．側扉は四面とも銅黒漆梨地仕上げで（写真2），左右及び背面の内側は赤漆で仕上げられている．正面側扉の裏面は材質の銅がむき出しの状態になっていて，そこに「文政十二年己丑立秋作之，藝刕廣嶌住伊豫辰之祐在政」の銘が花押とともに刻まれている（写真3）．

文字盤は，時刻を刻んだ金属片－割駒－を円周上に配置し，これをスライドさせて不定時法時刻に対応するいわゆる割駒式文字盤で，最も注目すべき点はこれが自動化されていることである．割駒として従来の将棋の駒型ではなく丸型小円盤を採用していること，桜花をデザインした指針を採用していることがこの時計の外観を特徴づけている．

天板，底板には丁寧に研磨された銅板に薄く黒漆が塗布されており，底板の下面には，円柱型で

写真3．正面側扉裏の刻銘と桜花型指針

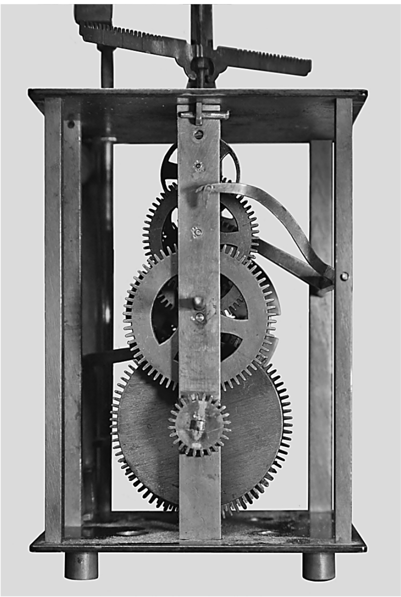

写真4．時計機構（正面）

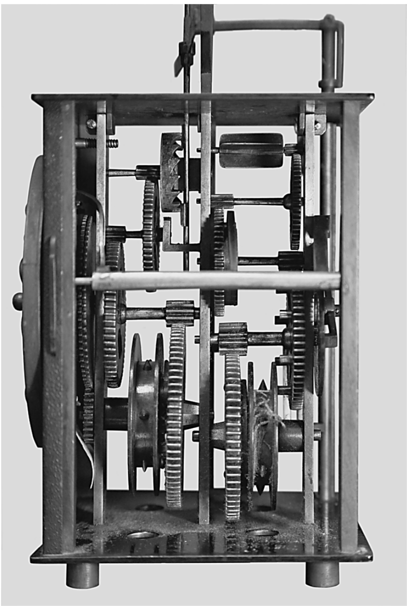

写真5．時計機構（右側面）

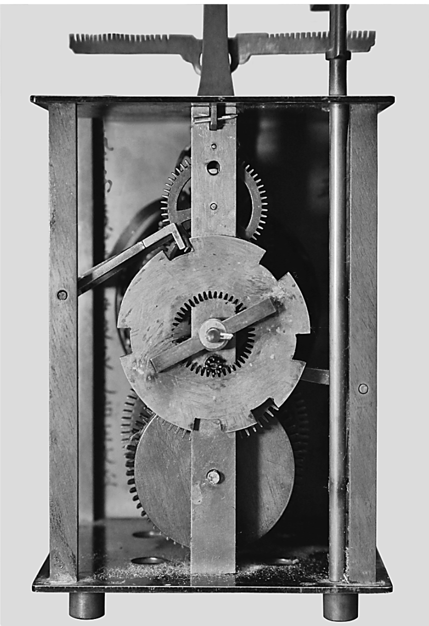

写真6．時計機構（背面）

銅製の脚が4個取り付けられている．そのほか，動力用として無装飾の鉛製の重錘大小各2個ずつ，重さ各々大1.28 kg, 1.42 kg, 小90 g, 100 gが付属している．全体として丁寧な細工でこれがこの時計機械の外観の質を高めているが，砂張と思われる鐘は粗雑な作りで違和感があり，交換された可能性が高いと考えられる．なお，鐘止めは掛時計や櫓時計に多い蕨手型や梔子の実型ではなく，台時計や枕時計に多く採用される飾りナットである．

2）時計機構

時計機構を納める枠組みは，和時計では最も標準的な四本柱構造で，柱の材質はその色から銅であることが判る．加えて，左側面の中柱も銅が使われているが，歯車輪列を支えている前柱，鐘柱を兼ねた中柱，後柱は真鍮が使われている（写真4, 5, 6, 7, 8, 9）．

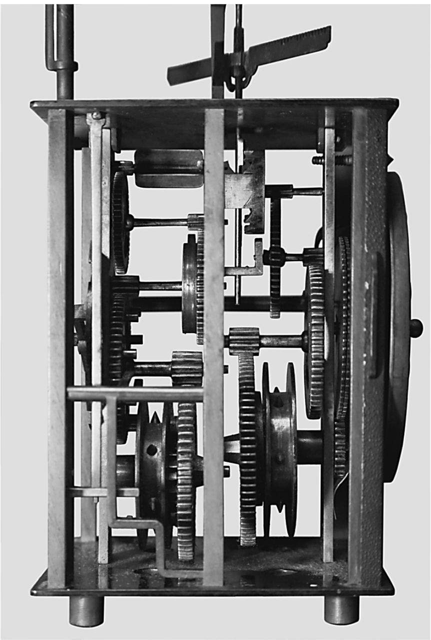

写真7．時計機構（左側面）

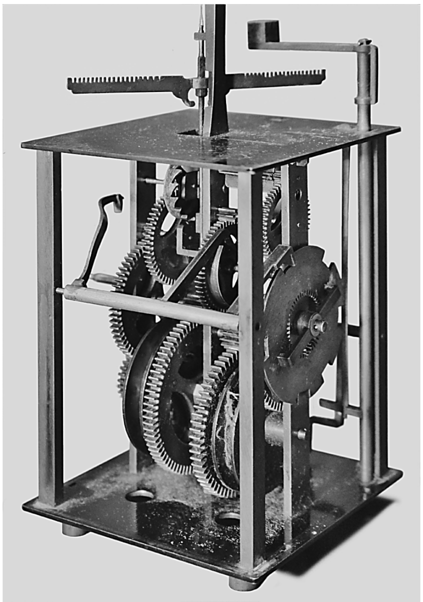

写真8．時計機構（右後方から）

前柱と中柱の間には時方の歯車輪列が，中柱と後柱の間には打方の歯車輪列がそれぞれ配置されている．時方輪列は雁木車[4)]（冠形脱進機）を含めて4で（写真10），打方輪列は子引き輪[5)]（打3番車）と風切り[6)]を含めて5で（写真11）構成され

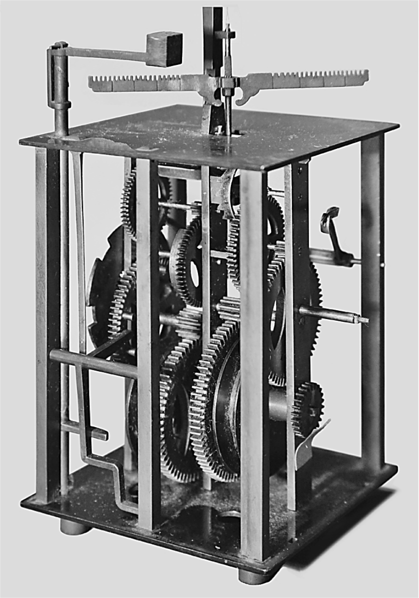

写真9．時計機構（左前方から）

る．なお，歯車の材質は雁木車，風切りを含めて真鍮，糸車[7)]は銅，各歯車軸と軸と一体成形したカナ歯車は鉄というように場所によって使い分けられている．なお，歯車の歯の形状については和時計特有の薄歯である．調速機は，長さ8.8cm，銅製のシンプルなデザインの一挺天符である（写真12）．

4．時計機構の詳細

表1に，歯車輪列を構成する各歯車の歯数，自動割駒式文字盤ならびに打鐘数制御の動作，時方，打方それぞれの重錘下降距離，天符周期ならびに風切り回転数など，この和時計を特徴づけるデータを示す．

1）歯車輪列と各機構の動作

（1）時方輪列と文字盤　文字盤を駆動する時方歯車輪列を構成する歯車は，それぞれ時方1番車，時方2番車，時方3番車，及び雁木車である（写真9）．文字盤の送りは，時方1番車軸の歯数24のカナ歯車を文字盤に固定された歯数72の駆動歯車に作用させて行われる．文字盤が1日当たり正しく1回転するという条件が前提になるので，時1番車の1日当たりの回転数は正しく3である．時1番車軸の先端が角柱に加工されており，ここに歯数24の歯車を取り付けて文字盤の送りが行なわ

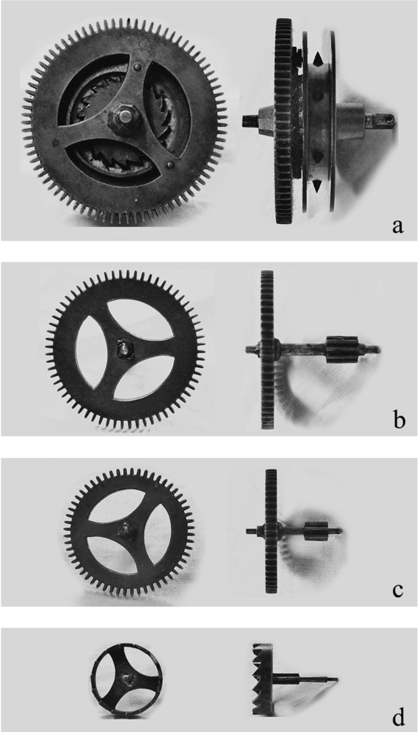

写真10．時方輪列
上から，a. 1番車，b. 2番車，c. 3番車，d. 雁木車

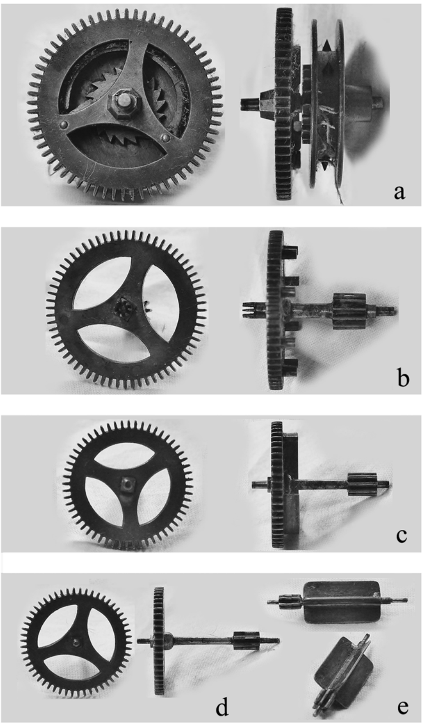

写真11．打方輪列
上から，a. 1番車，b. 2番車，c. 3番車（子引き輪），d. 4番車，e. 風切り

写真12．一挺天符
天符小錘を掛ける櫛歯の不揃いが目立つ．軸に近い5溝は後から刻まれた可能性がある．両側に掛けられる天符小錘の重さは各々1.2 gである．

れる．

一方，文字盤に固定された歯数72の歯車（文字盤車）には歯数の1つ多い歯数73の歯車が重ねられ，これが差動歯車機構として働き，これによって自動割駒機構が作動するようになっている．

(2) 打方輪列と時打機構　打方輪列を構成する歯車は，打方1番車，打方2番車，打方3番車，打方4番車及び風切りである（写真11）．打方2番は打鐘用の歯車で，8本の時打用ピンが歯車の円周上に固定されている．打方3番はいわゆる子引き輪と呼ばれ，時打の開始，停止を制御する．雪輪[8)]は数取り車とも呼ばれ（写真13），時打数を制御するが，雪輪中央に開けられた内歯車の歯数は，半日分の時打数の合計すなわち歯数45である．雪輪を駆動するのは打方2番軸先端の歯数8のピンカナ歯車で，打方2番車（歯数64）は1打あたり8分の1回転で，これは打方3番車すなわち子引き輪1回転分に相当する．子引き輪が1回転する毎に，打方2番車のカナ歯車（歯数8）が雪輪の内歯車を1歯だけ送り，時打数の制御が行われる．

時打の起動・停止機構は，和時計では標準的な三つ枝金[9)]（写真14）によって作動する．時打のタイミングを決める鶴首[10)]への作用は，半時で1回転する時方2番車の起動ピン（通称つく）でなく，割駒式文字盤上の後に突き出た各割駒に対応する24本のピン（時打起動ピン）によって行われる．

表1．伊豫在政作一挺天符自動割駒式盤文字櫓時計の輪列および作動データ

	時方輪列				打方輪列			
輪列の構成	時方1番車歯数	80			打方1番車歯数	64		
	時方2番車歯数	64	時方2番カナ歯数	8	打方2番車歯数（打鐘ピン数8）	64	打方2番カナ歯数	10
	時方3番車歯数	56	時方3番カナ歯数	6	打方3番車歯数（子引き輪）	56	打方3番カナ歯数	8
	雁木車歯数	15	雁木車カナ歯数	6	打方4番車歯数	54	打方4番カナ歯数	6
							風切り車カナ歯数	6
文字盤・雪輪の動作	文字盤車歯数（打鐘起動ピン24）	72	文字盤車送りカナ歯数（時1番車）	24	打鐘輪ピン数（打方2番車）	8		
	割駒駆動差動車歯数	73	割駒駆動差動車カナ歯車歯数	10	雪輪内歯車歯数	45	雪輪送りカナ歯数（打方2番車）	8
	節気盤内歯車（年周カム円盤）	50	遊星歯車	20	時打総数／日	90	打方2番回転数／日	11.25
	節気盤内歯車1年（1回転）日数［日］	365	時方1番車回転数／日	3			打方1番車回転数／日	1.76
重錘下降距離	糸巻車直径［cm］	3.02	重錘下降距離／日［cm］	28.4	糸巻車直径［cm］	2.61	重錘下降距離／日［cm］	14.4
							重錘下降距離比（打方／時方）	0.506
天符周期等	雁木車回転数／日	2986.7	天符振動数／日	44800	風切車回転数／日	7560	風切車回転数／打	84.0
			天符周期［秒］	1.93				

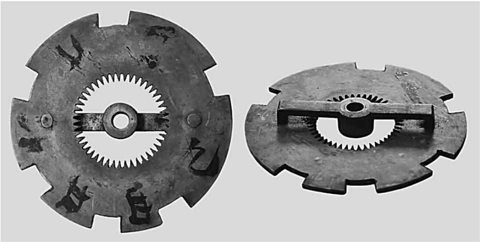

写真13．雪輪
切込みの幅で打鐘数が決まる．なお，半時は1打，雪輪1回転（半日）当たり45打で，この数は雪輪内歯車の歯数に一致する．

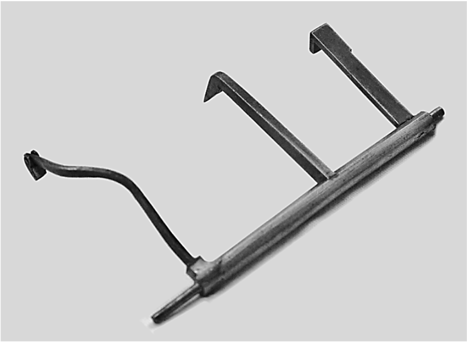

写真14．三つ枝金
3本のレバー（鎌）は左から鶴首，懸り鎌，落込み金である．

和時計は基本的に半時で1回転すなわち1日24回転の時2番車の起動ピンで行われるが，割駒式文字盤は1日1回転のため，タイミング誤差が1日の時の数の倍数すなわち24倍になるという構造的問題を含むことになる．時打のタイミングの精度が確保できないという問題は，割駒式文字盤の宿命とも言えるものである．

(3) 重錘の下降距離，下降距離の対時方打方比

時方1番車，打方1番車1日の回転数は文字盤が1日に正しく1回転するところから求められる．1日の回転数とそれぞれの糸巻きの直径，円周率をかけることによって，1日当たりの重錘の下降距離を計算することができる．計算の結果，時方の重錘下降距離は28.4 cm，打方のそれは14.4 cmとなる．これらの値と，時計機械の高さ22.0 cm，鐘の高さ8.1 cmを考慮して，この自動割駒式文字盤和時計機械は，櫓台も含めて高さ約65～70 cm程度の小型の櫓時計の機械と推定することができる．無装飾鉛製の重錘は，この和時計が櫓台の中に重錘が隠れる櫓時計であることを裏付けるものである．

(4) 天符周期と風切り回転数　時方1番車は1日当たり3回転である．これに，雁木車（歯数15）までの時方輪列の歯車比を掛け合わせると，天符の振動数44,800を得る．これを1日の秒数86,400秒を割ると，天符の周期として1.93秒を得る（表1）．この数値は，天符の周期を1.93秒に調整すれば，この時計機構が1日の各時刻を正しく表示するという意味である．また，1日の打鐘数90が子引き輪90回転であることから，これに打方3番車，打方4番車，風切りに至る輪列の歯車比を掛け合わせて，1日当たりの風切りの回転数として7,560回を得る．これから時打1打当たりの風切りの回転数84を得る（表1）．

2）自動割駒式文字盤機構と動作

(1) 自動割駒機構の外観　時計機械正面の文字盤は外側から，銅製の円形枠，丸型割駒がその上でスライドする円形環，隣同士の割駒の間を分割する目盛り，節気目盛盤の順に同心円状に配置されている．割駒の形は角形が一般的で丸型のものは極めて例が少なく[11]，これがこの和時計の外観を大きく特徴づけている（写真1）．

文字盤を止めている飾りナットを外すと，桜花デザインの指針に引き続いて文字盤ユニットが外れる．文字盤ユニットは，直径85mm，厚み5mmの文字盤本体と直径50mmの文字盤駆動歯車－文字盤車－から成る．一般的な割駒式文字盤に比べて文字盤本体が分厚い印象を受けるのは，その中に自動機構が組み込まれているからである．

文字盤裏側から見ると，円形に半円ずつスリットが切り抜かれ，そこに割駒の一部とみられる金属片が入り，スリットをガイドとして割駒が移動するように作られていることがわかる（写真15）．金属片から数ミリ伸びた棒は，三つ枝金のレバーの一つ鶴首を持ち上げて時打機構の起動を行うためのものである．なお，割駒全体の4分の1が半田で固定されており，自動割駒が実質的に機能していないことが判る．

また文字盤裏側には，歯数72の文字盤駆動歯車が4本足で固定され，これに重ねるように文字盤駆動車よりも歯数が1歯多い歯数73の歯車が重ねられ，筒状の軸が文字盤本体の中へ伸び，軸の先端は歯数10の筒型の歯車として加工されている．歯数73の歯車は，文字盤駆動歯車とともに歯数24の文字盤送りカナ歯車によって差動歯車として機能し，文字盤1回転ごとに73分の1ずつずれていくことになる．

(2) 割駒式文字盤の分解　ここで，自動割駒式文字盤の構造を理解するために，その分解のプロセスを示す．

まず，中央の3本のビスを外すと，押さえ円盤が外れ，機構の一部が姿を現す（写真16）．中央の軸穴の周りには，筒型のカナ歯車，2本のビス，3方向に配置されたビス穴，その外側に近接して小さな直方体の真鍮ブロックが固定され，さらに用途不明の短い軸が確認できる．真鍮ブロックは押さえ円盤と円形ケースの間で節気目盛盤をスムーズに動かすためのスペーサーの役割を果た

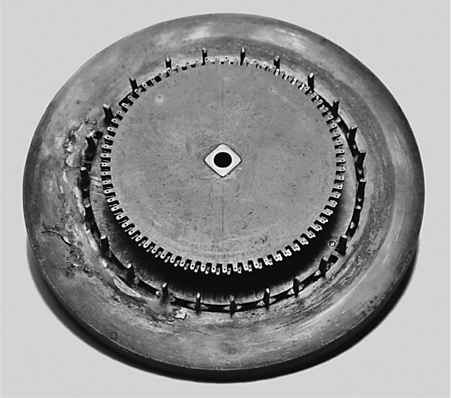

写真15．文字盤（裏面）
一歯異なる歯車を重ねた差動歯車機構であることが判る．歯の一つ一つにポンチ跡が認められる．

写真16．文字盤（正面）
カナ歯車下の軸は，中央の筒型カナ歯車と節気目盛盤の内歯車を連結する歯車のものである．歯車があった擦痕が認められる．

す．

続いて，2本のビスを外して基板から節気目盛盤を納める円形ケースを外すと，自動割駒機構の全貌が見えてくる（写真17）．機構は，割駒とこれを駆動する機構を納めた基盤（写真16の左），節気目盛板を納める円型ケース（写真16の中央），内歯車を持つ節気目盛板（写真16の右）から成る．節気目盛板は，上から押さえ円盤をビスで固定しているが，円形ケースの中で自由に回転するようになっている．なお，節気目盛板の裏側にはハート型の溝が彫られている．

中央に差動歯車から伸びた筒状のカナ歯車が見え，その外側には3箇所切欠いた同心円状の環が固定されている．環は自動割駒の機構を納める空間を確保するためのスペーサーで，3箇所の切欠きは節気目盛盤を上から蓋をかぶせて押さえる3本のビスを板の後まで突き出して固定するための空間である．

(3) 自動割駒動機構の構成　自動割駒機構の構成は次の通りである．まず，2枚ずつ要で繋いだ扇状の真鍮片－扇板－が12対放射状に配置され，それぞれ隣り合わせた扇板の間に挟まれた真鍮片に丸形の正時と半時の割駒が取り付けられている．これらの割駒及び扇板は，ビスで固定された文字盤外枠を半周毎に外して取り除くことができる（写真18）．全ての扇板と割駒（半田で固定された

写真17．文字盤，節気目盛盤ケース，年周カム（節気目盛盤）

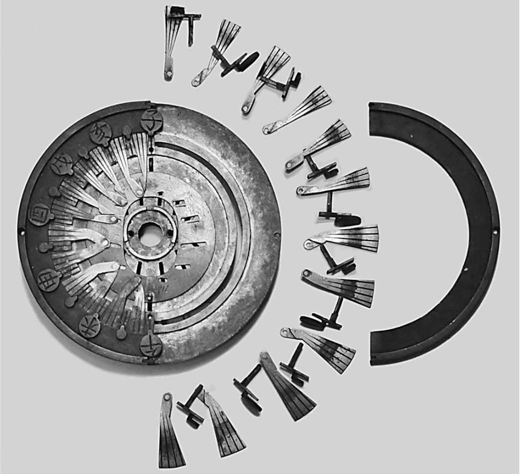

写真18．分解した文字盤
　　2枚1対になった扇板と各扇板に挟まれた割駒に注意

2個の割駒は取り外せなかった）を取り外すと，スリット円盤（写真19）を取り外すことができ，その下に基板の全体が現れる（写真20）．スリット円盤には片側6本，合計12本の直線スリットが開けられている．その表側には1個の突起が，裏側にはガイド用の突起が2個取り付けられているが，これらは年周動作を実現させるカム溝（後述）によって季節的に往復運動を行わせるためのものである．また，基板には12本の直線スリット（内2対はくの字に繋がっている）と，半円のスリットが2個合わせて円形になるように開けられている．

写真19．スリット円盤
下部の突起は節気目盛盤のカム溝に入り円盤を年周動作させる．裏側の上下にはガイド用の突起がある．

写真20．文字盤基板
上下の直線スリットはスリット円盤のガイド突起が入りこれを上下させる．他の直線スリットは扇板の要部のピンが入りこれを放射方向に駆動する．外周の円形スリットは割駒のガイド用である．

（4）節気目盛盤と年周動作　節気目盛盤には歯数50の内歯車が切られている．その裏側のハート型のカム溝は，自動機構に年周動作を行わせるためのカム―年周カム―である．中央に見えている歯数10の筒型のカナ歯車は，文字盤車に重ねられた歯数73の差動歯車に直結しているものである．ここで，内歯車と筒型カナ歯車は，自動割駒機構を駆動する機構の一部であることは明らかだが，これらを連結する歯車が見当たらない．筒型カナ歯車と内歯車の中間に位置する場所に固定されている軸は一見用途不明であるが，ここに両歯車を連結する歯車が欠損していたと推定することは容易である．この歯車は，カナ歯車の周りを回る遊星歯車として働き，差動歯車の回転の5分の1（対カナ歯車・内歯車歯車比）で逆回転させる．これによって節気目盛盤を文字盤本体に対して365日（1年）で1回転させ，節気目盛り盤の裏側に彫られた溝型の年周カムによって，スリット円盤が往復運動する．

なお，年周カムを用いるこの方式は，在政などが製作した円グラフ式文字盤掛時計の自動伸縮指針機構で採用されているものと同一の方式である[12]．また，年周カムの形は，在政の自動伸縮指針のものと類似するハート型である[13]（図1）．

（5）扇板スリット円盤駆動方式の原理　スリット円盤をスライドさせると基板のスリットとの交点の隙間の位置が変わり，その隙間に入っている扇

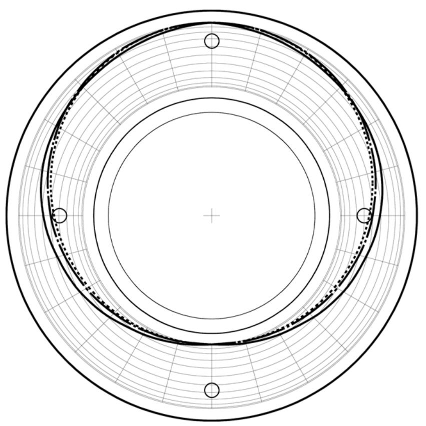

図1．年周カムの形状
点線：離心円型，一点鎖線：余弦型，実線：在政

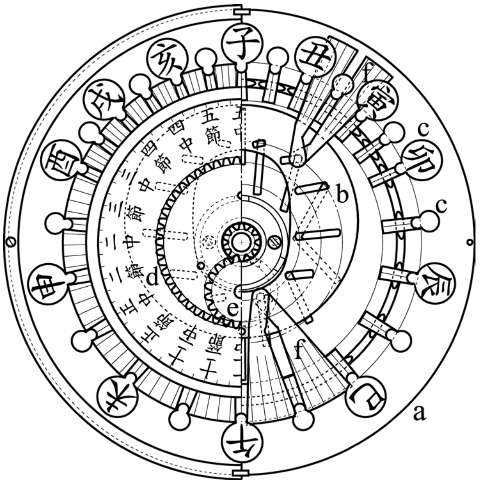

図2. 在政の自動割駒式文字盤
a. 割駒式文字盤基板，b. スリット円盤，c. 割駒（正時，半時），d. 節気目盛盤（内歯車），e. 遊星歯車，f. 割駒駆動扇板

板の要軸が強制的に動かされる．その動きは，厳密ではないが大旨中心から放射方向に沿ったもので，昼の部分の扇板と夜の部分の扇板は対称的に動く．例えば，昼側の扇板が外側へ押し出される場合は夜側の扇板は中心方向へ引き込まれ，反対に昼側の扇板が引き込まれる場合は夜側の扇板は押し出される（図2）．

扇板が引き込まれると割駒と接触部分の扇の幅が大きくなるため隣り合わせの割駒が押し広げられ，その結果昼側の割駒はの間隔はすべて押し広げられる．同時に，夜の扇板は押し出されて割駒と扇板の間が隙間が開こうとするが，昼側の割駒の広がる力が夜側の割駒を押すため，隙間は空かずに割駒が詰まって，割駒は正しい位置に移動することになる．なお，扇板は本来は正しく文字盤の放射方向へ正しく押し引きされるべきであるが，2枚1対で要軸で連結されているために割駒が僅か左右へ傾く．割駒の基部が楕円形に加工されているのは，基板の円形ガイドの中でスライドする際に，左右への僅かな傾きを許すためである．割駒は本来方形で，在政の丸形は斬新な意匠とも考えられるが，方形では僅かな傾きも目立つので，丸形が採用されたと考えられる．

5. 在政と在政作の不定時法自動表示機構

1）扇板スリット円盤駆動方式について

扇板スリット円盤駆動方式の機構は，現在まで見つかっている田中久重作万年時計のクランク駆動虫歯車反転方式，岩野忠之らの放射状駆動腕切込み楕円盤駆動方式などとは異なる，全く独立したアイデアによるものである．

しかし，この方式は，摩擦の介在する要素が多く，自動割駒機構を円滑に動かすために障害となったことが推察される．摩擦が発生する要因は主に二つ考えられる．一つは，スリット円盤と文字盤基板それぞれのスリットとの成す角が卯時と酉時の前後で小さく，スリットの交点移動で扇板の要軸を動かすには抵抗が大きいこと，もう一つは，昼側の扇板と夜側の扇板の全てを交互に同時に出し入れするため，扇板とこれを納める容器や割駒との摩擦抵抗など，摩擦を生む要素が多いことである．これらの機構的問題点のため比較的初期に自動割駒機構は機能を停止したと推測される．

所見では半田で割駒を固定した痕跡や遊星歯車を取り外した改変が見受けられるが，その理由は次のようなものと推測される．すなわち，摩擦が大きくなって割駒機構が動かなくなったとすると，自動割駒機構に連結する差動歯車機構が固定されるため文字盤が回転できなくなり，時計機構全体が停止する．時計を動かすためには機構の中の遊星歯車を取り外し，割駒が動かないように背面から半田で固定する必要がある．こうすることによって差動歯車の差動側の歯車は自由になり，文字盤駆動側だけが働いて文字盤を回転させることができる．この改変の時期は明確ではないが，割駒が均等配置になっていることから，明治維新後の改暦に伴う定時法の採用によってこれに対応させる必要が生じ，定時法の均等目盛りに固定するために，明治初期にこの改造が行われたのではないかと考えられる．

なお，自動割駒機構の動作を再現するために，失われた遊星歯車を，カナ歯車と節気目盛盤の間隔から歯数20と大きさを算定して復元し，これを機構に組み込んだ．また，機構の摩擦要因をできるだけ少なくするために，扇板，割駒，スリット円盤および基板を全て外し，清掃・研磨を行った．その結果，自動割駒機構が確実に機能を果たすことが確かめられた（写真21, 22）．

2）銘と製作者伊豫在政について

ここで刻銘について少し解釈を加える．「巳」の文字は，正しくは「己」すなわち十干の「つちの

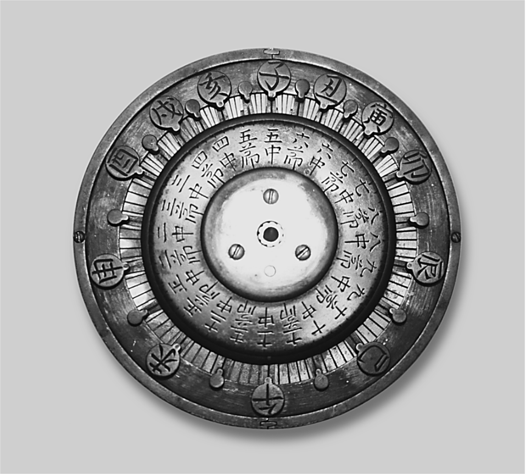

写真21. 自動割駒式文字盤（夏至）

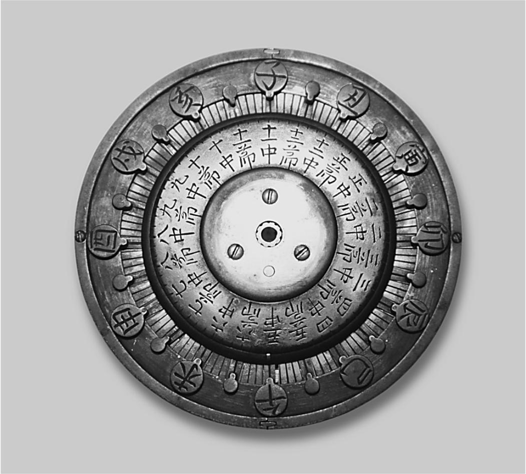

写真22. 自動割駒式文字盤（冬至）

と」である．また藝刕の「刕」は刀がリとも書かれることから，リを3つ横に並べたものによく似た「州」の字の代わりに使用したと解釈できる．「藝刕」すなわち「藝州」はもちろん安芸国，現在の広島県西部を，「廣嶌」は現在の広島市付近を指す．また「伊豫」は伊予国（現在の愛媛県）の国名であり，秀でた細工師に与えられる大和掾，武蔵掾などと同様の朝廷から下賜された官名の可能性がある．「辰之祐」の「辰」の字は正しくはないが，江戸時代に使われた辰の異字体の一つであろう．

なお，在政の作品は，文政十二年（1829）の当自動伸縮指針一挺天符和時計の他に，前出の天保五年（1834）の円グラフ自動伸縮指針，さらに天保七年（1836）の一挺天符櫓時計[14)]が知られている．特に天保七年の櫓時計には「五代伊豫辰之助在政作」の銘が刻まれているところから，在政は江戸後期に安芸国広島付近で数代に亘って時計師として活動していたと推定される．

3）在政の自動割駒式機構の位置づけ

和時計の不定時法自動表示機構は，二挺天符機構や割駒式文字盤など西洋の機械時計を不定時へ対応させるために行った改良の最終段階に位置づけることができるものである．江戸時代末期の和時計において，不定時法自動表示の方式として自動割駒式文字盤と円グラフ文字盤自動伸縮指針の二方式が知られている．このうち，自動割駒式文字盤としては大きく分けて，田中久重作万年時計（1851）のクランク駆動虫歯車反転方式と岩野忠之作掛時計に代表される放射状腕スリット楕円盤駆動方式など3方式が存在する．在政の自動割駒式文字盤機構はいずれの方式とも異なるもので，今回，従来知られている機構とは全く異なる方式の自動割駒式文字盤をもつ和時計が新たに発見され，これによって自動割駒機構は4方式存在することになる．

在政が文政十二年（1829）に自動割駒式文字盤の製作に取り組み，これに引き続いて5年後の天保五年（1834）に円グラフ自動伸縮指針の製作に取り組んだことは，刻銘の日付けから紛れもない事実である．二つの不定時法表示機構は全く異なるものであるが，いずれも歯数72と73の差動歯車機構と年周カムをもつ節気目盛円盤の内歯車を遊星歯車で連絡するという共通の機構を採用していることが注目される．これは，在政が1年365.2422日を365日で近似する機構を採用していたことを示すもので，1年を通じて不定時法を正しく表示するという不定時法自動表示機構の目的をほぼ満たしたものである．

自動割駒式文字盤機構の製作された時期について，在政の自動割駒式文字盤は，嘉永四年（1951）田中久重製作の万年時計，弘化年間（1844～47）と推定される三宅正利の八角時計[15)]のどれよりも早い文政十二年（1829）の製作である．在政の櫓時計と岩野忠之の掛時計のような製作時期の不明な和時計との前後関係を論ずるには，論拠が不十分でその判断は難しいものがあるが，在政を含めて江戸末期の文政年間（1820年代）以降の和時計の製作において，不定時法の自動化の試行が取

り組まれていたことは明らかな事実であり，在政は初めて自動割駒式機構に取り組んだ時計師の最も有力な候補と考えられる．

6. 終 わ り に

本稿では，調査した和時計の時計機構と割駒式時刻表示機構の詳細を明らかにすることができたが，この扇板スリット円盤駆動方式で決まる割駒の位置が妥当であるかどうかについては，踏み込むことができなかった．割駒の振舞いは，年周カムの形によるスリット円盤の動きと各扇板それぞれの中心角から算定できると思われるが，年周カムの検討や機構によって決まる割駒の位置の検討については今後の課題としたい．

今回，不定時法自動化において，従来知られている機構とは全く異なる新しい自動割駒式文字盤を確認する幸運に恵まれた．この様な機会は多くあるわけではないが，機会がある毎に確実に記録を残しておく必要がある．こうした事実の積み重ねによって，和時計ひいては江戸時代の技術体系が確立されていくことを期待したい．

長野県長野市元善町の善行院萩原博志氏には，今回の分解調査をお許し頂き，十分な機構の検討と解明を行うことができた．ここに厚く御礼申し上げる．

参考文献等

1) 佐々木勝浩・橋本毅彦・土屋榮夫・近藤勝之・岡田和夫，2005.「和時計における不定時報自動表示機構」．国立科学博物館研究報告，E類，28: 31–47.
2) 前掲，佐々木勝浩・橋本毅彦・土屋榮夫・近藤勝之・岡田和夫，2005.「和時計における不定時報自動表示機構」．国立科学博物館研究報告，E類，28: 31–47.　p. 44の表1を参照.
3) 佐々木勝浩・近藤勝之，2009.「天保五年在政作円グラフ式自動伸縮指針掛け時計」．国立科学博物館研究報告，E類，32: 21–27.
4) 雁木車：動力を天符軸の袖（パレット）を介して伝え，天符の振動で機構全体を制御する歯車．鋸状の歯の形状から「雁木車」の名で呼ばれる．
5) 子引き輪：打方輪列の一つで，歯車上に4分の1程を切り欠いた環を取り付け，打鐘の起動・停止の制御を行う歯車．細川半蔵著「機巧図彙」（1796年）に倣って「子引き輪」と呼ばれる．
6) 風切り：打方輪列の最後の打鐘速度を制御する風車．普通，風切りと呼ばれる．
7) 糸車：錘を下げた紐の動力を伝える，時一番車，打一番車に取り付けられたホイール．
8) 雪輪：打鐘数を制御する切込み円盤．「機巧図彙」に倣って「雪輪」と呼ばれる．ぼんぼん時計などでは「数取り」と呼ばれる．
9) 三つ枝金：時方輪列側から，打鐘の起動動作を伝え，打方輪列の打鐘動作を制御する機能をもつ機構．一本の軸上に起動，起動・停止，打鐘数制御の三つのレバーを持つところから「三つ枝金」と呼ばれる．「機巧図彙」では，三つのレバーはそれぞれ「鶴首」，「懸かり鎌」，「落込み金」と呼んでいる．
10) 鶴首：三つ枝金のレバーの一つ．時方輪列の時決定歯車（時一番車，時2番車で，半時1回転する）に取り付けられた打鐘起動ピン（「機巧図彙」では「つく」と呼ぶ）で持ち上げて打鐘機構を起動させるレバー．起動の誤動作を起こさないように，先端が上下にうなずくツルの首状の仕掛けがあるところから「鶴首」と呼ばれている．
11) Mody, N. H. N., 1932. “Japnese Clocks（日本時計彙集）”, Kegan Paul, Trench, Trubner & Co. Plate 93
12) 前掲，佐々木勝浩・橋本毅彦・土屋榮夫・近藤勝之・岡田和夫，2005.「和時計における不定時報自動表示機構」．国立科学博物館研究報告，E類，28: 31–47.　P. 41の写真26を参照.
13) 前掲，佐々木勝浩・近藤勝之，2009.「天保五年在政作円グラフ式自動伸縮指針掛け時計」．国立科学博物館研究報告，E類，32: 21–27.　P. 25を参照.
14) 上口等,「大名時計」．大塚製薬報，No. 414：株式会社大塚製薬工場発行．p. 6の右の大型櫓時計写真に付けられた解説に五代伊豫辰之祐在政の名がある．
15) 佐々木勝浩・岡田和夫・加藤実，2007.「和時計における自動割駒式文字盤機構とその幾何学的誤差」．国立科学博物館研究報告，E類，30: 1–13.　p. 12を参照.