

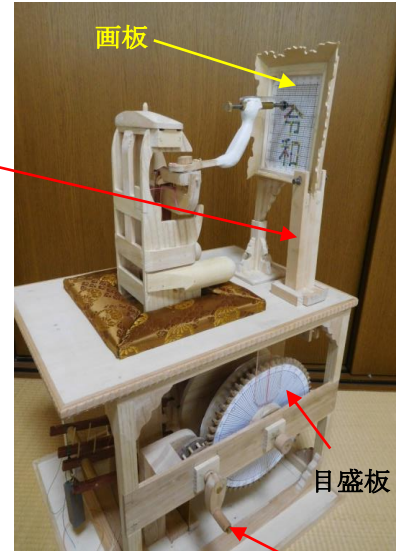
# 文字書き人形カム設計用モデルによる新元号のカム設計結果

2019年4月27日  
日本メカニズムアーツ研究会  
佐々木三郎

榎本さんに製作していただいた組立品を完成させて、倣い方式による新元号「令和」のカムの製作を行いましたので結果を報告します。

## (1) 組立完成結果

写真1は倣い方式の組立結果です。画板は動かない様に画板位置調整枠で設計基準位置に固定しています。



## (2) 新元号の文字について

新元号「令和」の書体は図1のように直線的で製作が容易と思われるゴシック体にしました。



図 1

画板の画面サイズは巾80×高さ100mmですが、実際に書ける位置はカムの直径が160mmの場合上下方向が画板の中心から最大上27mmまでしか描けないことが分かりました。これはオリジナルの写真でも27mm以上の文字は有りませんでした、

もともと中心付近で一文字を書くように設計されていたものと思います

カムの直径160mmから内側でないと印が付けられないので余裕を見て上20mmから下に元号を書くことにしました。

図2は画板の目盛付き用紙にゴシック体の「令和」を書き、計測ポイントマーカを貼りつけたものです。

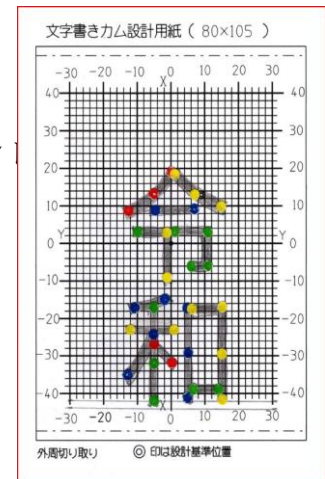


図 2

## (3) 用紙のセットと棒ネジについて

写真2は画板に設計用紙をセットした状態です。手には前後に稼働可能な筆相当のM4の棒ネジが付いています。写真3は上から見たもので、手に目盛板が固定され、棒ネジには指標のワッシャーが付いています。

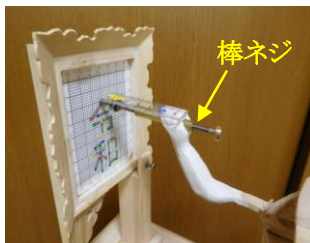


写真 2



写真 3

## (4) 新元号「令和」の計測と各ポイントに必要な回転角度の計算について

図3はカムの1回転における画板作動角度と文字書きの角度の割合を示したもので、文字書きに与えられた最大角度は270度となりますが、余裕を見て260度で書き終わるように設定しました。まず各ポイント間のストロークを計測し、回転角度の計算は260度を全ストロークで割った、1mm当たりの回転角度を求めて各ポイント間の角度を求め、その後ポイントまでの累積回転角度を計算します。結果を次項に示します。(図4参照)

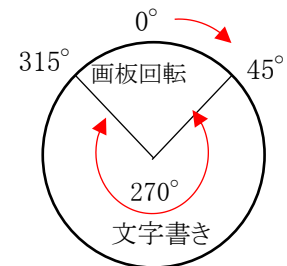
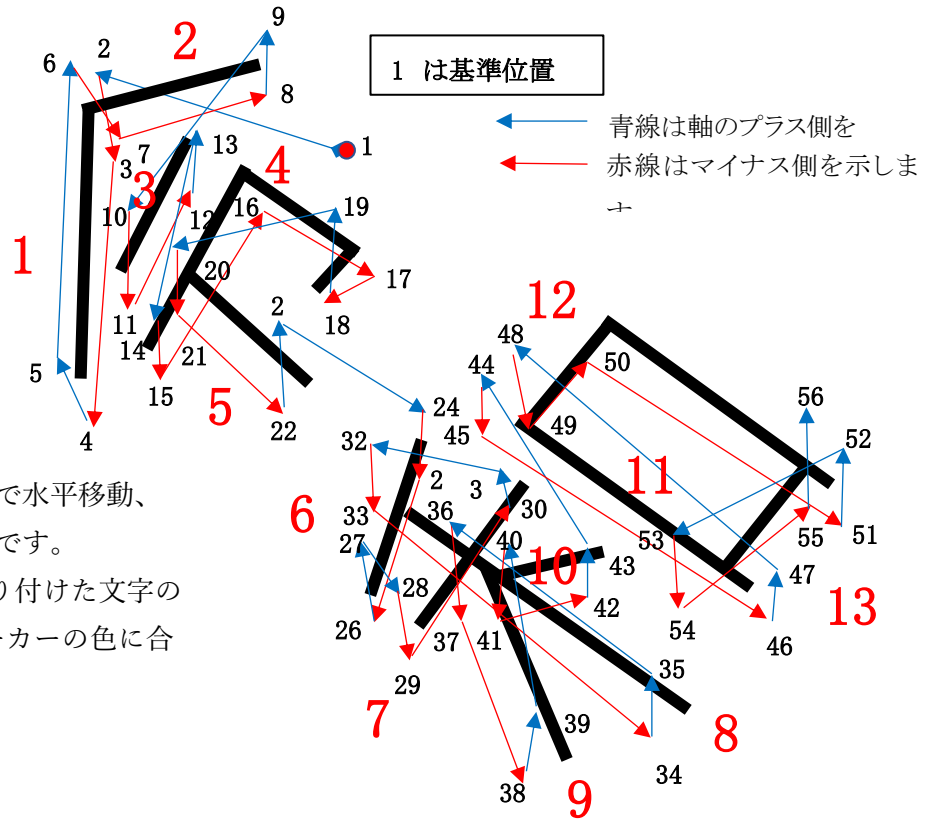


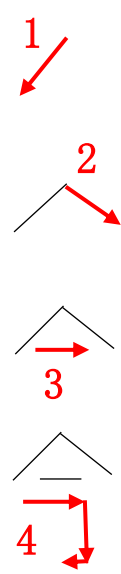
図 3 カムの回転

当初は単純化する為画板より筆先を7mm持ち上げて水平移動させて10mm押し込み(-3mm)水平移動させて字を書かせまた10mm持ち上げる方式にしましたが、全ストロークが680mm程度になり「寿」の全ストローク440mmに比べて大きく単位当たりの回転角度が小さくなり、少ない回転角度で前後カムを10mm変化させることになり、前後カムの傾斜角度が大きくなり、回転作動できない状態になったので、10mmを6mmに変更し、また水平移動を斜め移動にしてストロークを490mmに抑えました。

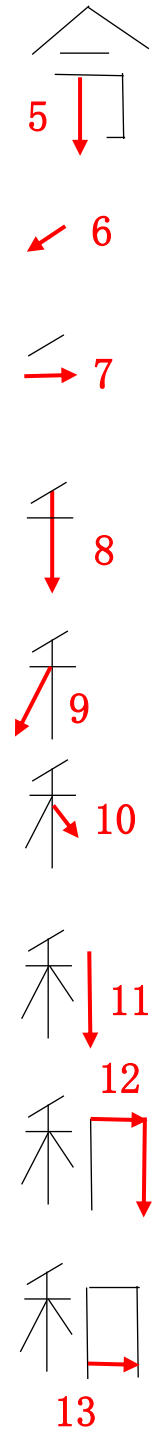


- 注1. この図は当初の物で水平移動、垂直移動のみの図です。
- 2. 表の色は画板に貼り付けた文字の計測ポイントのマーカの色に合わせています。

No.	内容	座標			ストローク		累積カム
		X	Y	Z	ストローク	カム回転角	回転角度
	画板回転に45°使用						
1	基準位置	9	13	7		0.0	45.0
2	1番目の始点へ	0	19	0	12.9	6.9	51.9
4	1番目の終点へ	-13	9	-2	16.5	8.8	60.6
5	6mm持ち上げ	-13	9	4	6.0	3.2	63.8
6	2番目の始点へ	0	19	0	16.9	9.0	72.8
8	2番目の終点へ	15	10	-2	17.6	9.3	82.1
9	6mm持ち上げ	15	10	4	6.0	3.2	85.3
10	3番目の始点へ	-5	9	0	20.4	10.8	96.2
12	3番目の終点へ	7	9	-2	12.2	6.5	102.6
13	6mm持ち上げ	7	9	4	6.0	3.2	105.8
14	4番目の始点へ	-10	3	0	18.0	9.6	115.4
16	4番目の横点へ	11	3	-2	21.1	11.2	126.6
17	4番目の下点へ	11	-6	-2	9.0	4.8	131.4
18	4番目の終点へ	6	-6	-2	5.0	2.7	134.0
19	6mm持ち上げ	6	-6	4	6.0	3.2	137.2



No.	内 容	座 標					累積カム 回転角度
		X	Y	Z	ストローク	カム回転角	
20	5 番目の始点へ	-1	3	0	12.1	6.4	143.6
22	5 番目の終点へ	-1	-9	-2	12.2	6.5	150.1
23	6mm持ち上げ	-1	-9	4	6.0	3.2	153.3
24	6 番目の始点へ	-2	-15	0	7.3	3.9	157.2
26	6 番目の終点へ	-11	-17	-2	9.4	5.0	162.2
27	6mm持ち上げ	-11	-17	4	6.0	3.2	165.4
28	7 番目の始点へ	-12	-23	0	7.3	3.9	169.2
30	7 番目の終点へ	1	-23	-2	13.2	7.0	176.2
31	6mm持ち上げ	1	-23	4	6.0	3.2	179.4
32	8 番目の始点へ	-5	-17	0	9.4	5.0	184.4
34	8 番目の終点へ	-5	-42	-2	25.1	13.3	197.8
35	6mm持ち上げ	-5	-42	4	6.0	3.2	200.9
36	9 番目の始点へ	-5	-24	0	18.5	9.8	210.8
38	9 番目の終点へ	-13	-35	-2	13.7	7.3	218.1
39	6mm持ち上げ	-13	-35	4	6.0	3.2	221.2
40	10 番目の始点へ	-5	-27	0	12.0	6.4	227.6
42	10 番目の終点へ	0	-32	-2	7.3	3.9	231.5
43	6mm持ち上げ	0	-32	4	6.0	3.2	234.7
44	11 番目の始点へ	5	-17	0	16.3	8.7	243.3
46	11 番目の終点へ	5	-41	-2	24.1	12.8	256.1
47	6mm持ち上げ	5	-41	4	6.0	3.2	259.3
48	12 番目の始点へ	6	-17	0	24.3	12.9	272.2
50	12 番目の横点へ	15	-17	-2	9.2	4.9	277.1
51	12 番目の終点へ	15	-41	-2	24.0	12.7	289.9
52	6mm持ち上げ	15	-41	4	6.0	3.2	293.0
53	13 番目の始点へ	7	-39	0	9.2	4.9	297.9
55	13 番目の終点へ	14	-39	-2	7.3	3.9	301.8
56	6mm持ち上げ	14	-39	4	6.0	3.2	305.0
						0.0	
57	余裕角度10度					0.0	315.0
	画板回転に45度使用					0.0	360.0
						0.0	



小計 315.9

合計 360.0 度

合計 489.5 mm

全回転角 260 度

単位当たりの回転角 0.531 度/mm

図 4 カム計算

(5)

(6) 倣いによるカム板への印つけについて

写真4は赤ちゃん用極細綿棒を追加したものの先端に黒インクを付けた状態の物です。これを上下、前後、左右の各カムレバーの先端に付け、所定のポイントでカム板をスライドさせて3か所同時にカム板に印を付けます。(写真5参照)今回は全ストロークの短縮の関係から筆の出し入れの種類として0mm、-2mm、4mm、7mmの4種類で構成されていますので同じ数値の条件でネジ棒の位置を設定し260度分印を付けて、違う位置にネジ棒を変更してまた260度分印を付けるようにしました。写真6にこの結果を示します。左右カムはやや印字が大きすぎです。前後カムや上下カムの印字が丁度良い出来でした。いずれも最初に付けたインクで最後までもたせることができました。なおカムをスライドさせた時にカム軸が回転する時がありましたので、軸にフリクションを持たせて回転しないようにしました。

赤ちゃん用極細綿棒(軸径1.6)



写真4

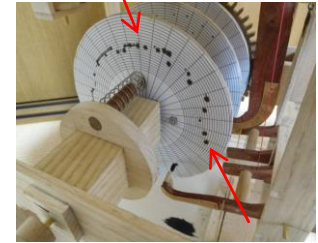


写真5 綿棒

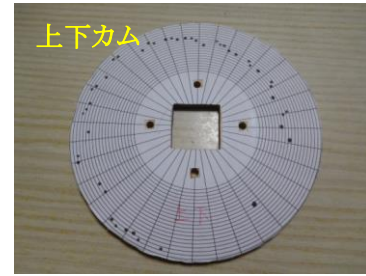
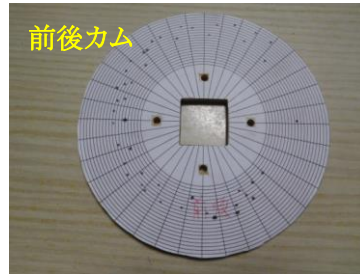
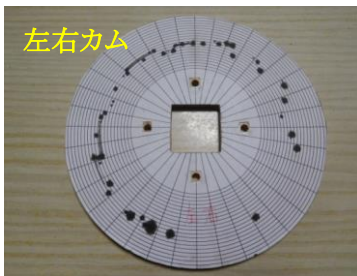


写真6

図5はインクで付けた印に直径5mmの円を書き包絡線(赤)でなぞったもので、これがカムの形状になります。

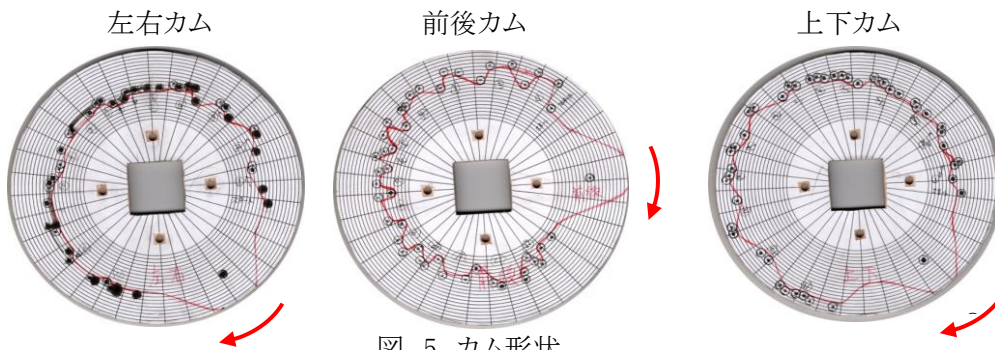


図5 カム形状

図5の包絡線(赤線)に沿って切り出したものが写真7になります。

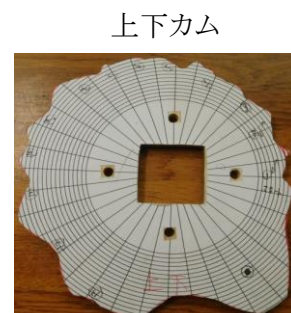
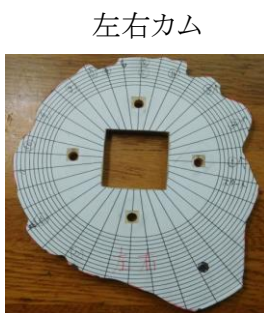


写真7

この結果をみると前後カムの形状の凹凸が激しいことが分かります。これは字の画数が多いことによります。「令和」は13画ですが以前の「寿」は5画ですので、「寿」に比べて筆の上げ下げが非常に多いこと

になります。

(7) 文字書きについて

写真8は画板の裏側の写真で、筆の基準位置マーク（黄色）が貼ってあり、筆の上下、左右の調整時に使います。

また画板の表面に差し込んだ紙がずれないように金属（クリップ）で紙を押さえつける為の磁石が貼ってあります。

写真9はクリップで紙を押さえて文字を書かせた写真です。

写真10は文字が確定するまでは画板位置調整枠を使っていつも同じ位置になるようにした写真で、画板を回転させるときは調整枠を持ち上げて外します。

写真11は本番時にいちいち調整枠を外したり取り付けたりするのが面倒な為、位置決め用ストッパーピンを硯台に固定した写真です。これによりいつでも画板を回転させることができます。

写真12は文字書きが完成するまでは顔の作動は連動させないようにした写真で、文字が完成してから文字に影響がないかどうかを確認しながら顔の糸の調整を行いました。

紙固定用磁石

筆位置基準マーク

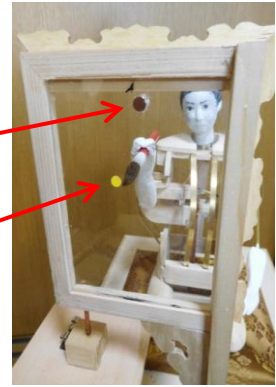


写真 8

クリップ



写真 9

画板位置調整枠

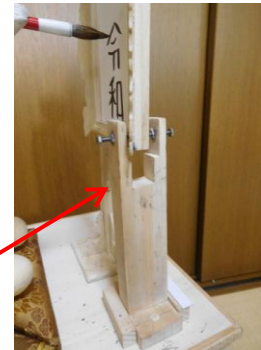


写真 10

ストッパーピン

硯台

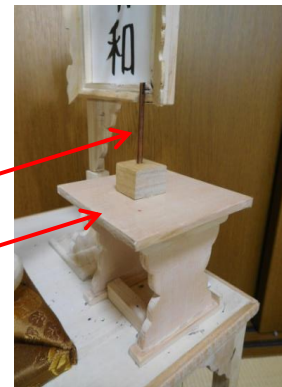


写真 11



写真 12

## (8) 文字書き結果について

写真13は4月10日の切り出したカムで書かせた初回の文字で、中心より左に寄っていて余計な線や太さのばらつきなどが見られます。做い方式でも一回でうまくいくことは有りませんでした。筆の抵抗によるロスがかなり大きいと思われまます。

写真14は4月15日の17回目の修正結果です。

カムの取り外しを容易にする為、カム固定用スペーサーを外して修正作業を行っていたところカムを回転させるとカムが横にスライドしてカムレバーの当たる位置が変わり文字の形が変わるのに気がつかないまま修正作業を繰り返していました。

写真15は4月18日の30回目の修正結果です。

この後突然文字の右側半分がおかしくなり、原因が判らないまま、それに合わせてカムを修正していたら、また元の状態に戻ったのでまたこれにあうようにカムを修正しました。

写真16は4月21日の48回目の修正結果で現在の状態です。

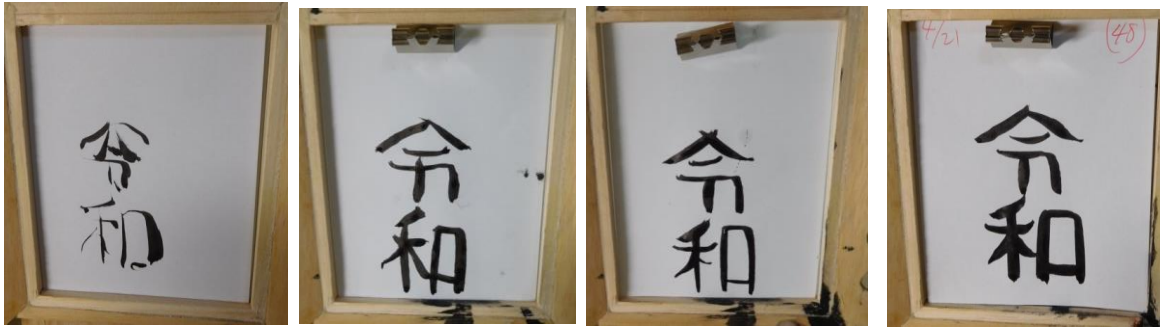


写真 13 初回

写真 14 17回目

写真 15 30回目

写真 16 48回目

写真17は上下・前後・左右カムを3回スキャンしてプリントしたものに修正箇所を記入し、カムの修正が完了した時に修正テープで消去したものです。

1枚目は上下・前後・左右ともに修正し、  
2枚目は上下左右を中心に修正し、  
3枚目はまた上下・前後・左右を修正  
を行いました。

これをみると前後カムの修正が圧倒的に多いことが分かります。これは画板と筆の距離が1mm違うだけで文字の太さが変わってきます。また上下カムを修正すると太さも変わってくることもよります。また先述のカムの横スライドに気づかずに修正したり、突然の変化など無駄な作業が増えたことが原因です。



上下カム

前後カム

左右カム

写真 17

## (9) カム修正結果結果について

図6は赤線の最初のカム形状と黒線の48回修正を行った後のカム形状を示します。  
赤線より出っ張っているところは0.4mmのボール紙を使って貼りつけました。赤線より内側は木を削りました。  
黒の同心円は半径2mm間隔で書いたものです。

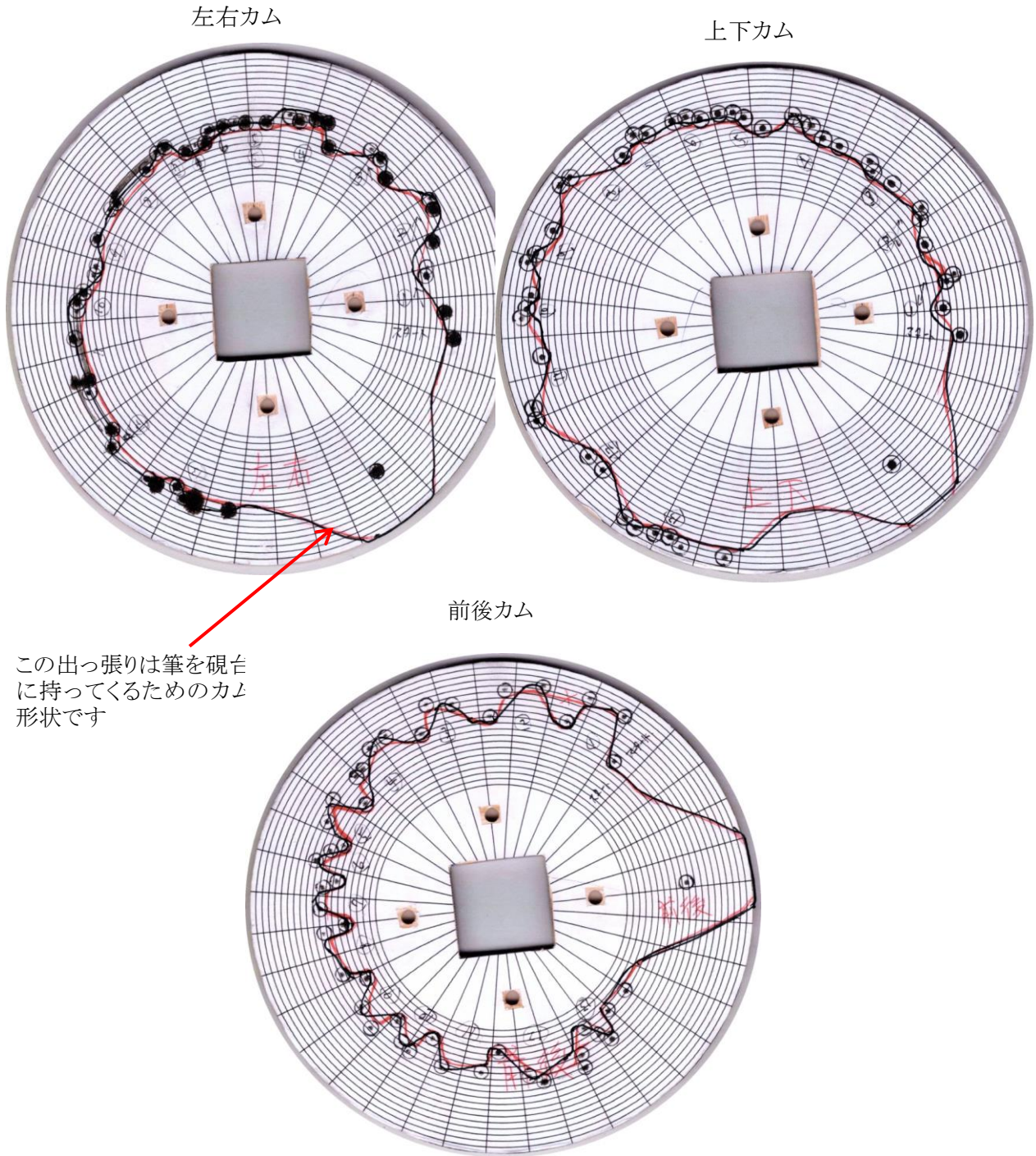


図 6 カム修正結果