

龍津寺の須弥山儀の作動について

2023年2月13日改訂版

2012年1月21日

日本メカニズムアーツ研究会

佐々木三郎

2011年12月18日の研究会で龍津寺の須弥山儀の構造についての報告を行いました。今回は写真から歯車の歯数を読み取り一部仮説を入れて作動について検討してみましたのでその結果を報告します。

(1) 全体のレイアウトについて（復習）

写真1は須弥山儀を上面から見た写真で、中央に須弥山があり南の青い海の中に人間の住む逆三角形の瞻部州（せんぶしゅう）があります。日天と月天は須弥山の廻りを回りますが、季節によりその軌道がそれぞれ違う為に軌道を変える為の偏芯機構が東南東と西北西にあり、日歯車をのせた日行道リングと月歯車をのせた月行道リングが偏芯機構によって駆動されます。また日歯車と月歯車を回転駆動する回転駆動部が西北西の方にあります。動力部は北西にあり、錘を滑車で持ち上げてから作動させます。调速は棒天符を使った脱進機構で行います。須弥山の近くには三角形の回転体が東西南北に4つあり、黄道十二宮が記載されています。また外周部の東西南北に七角形の回転体があり二十八宿の星座が描かれています。又南西と北東に日行道リングと月行道リングを支持する為の二十四節気目盛付ガイドがあり、3つのリングが固定されています。

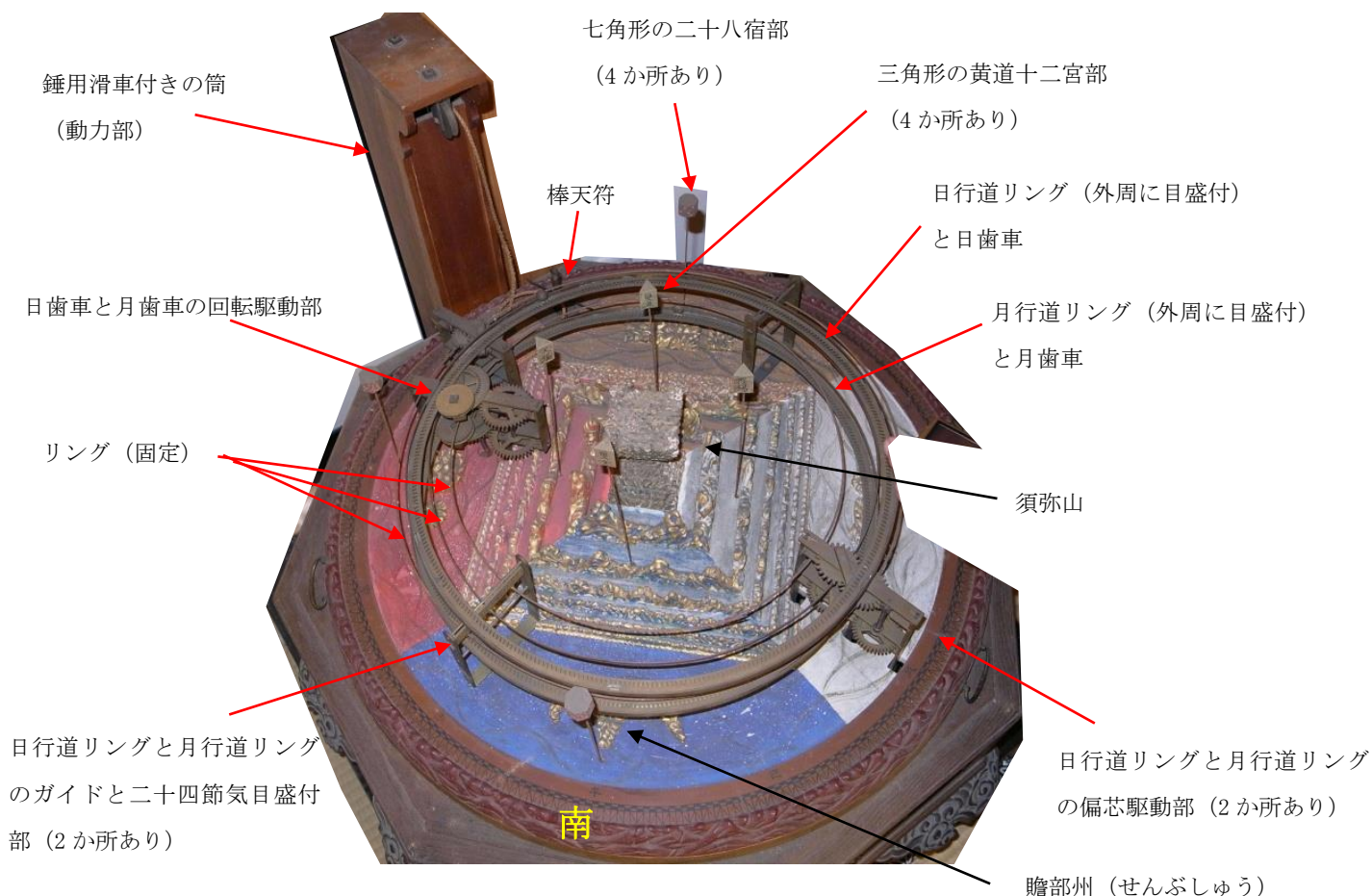


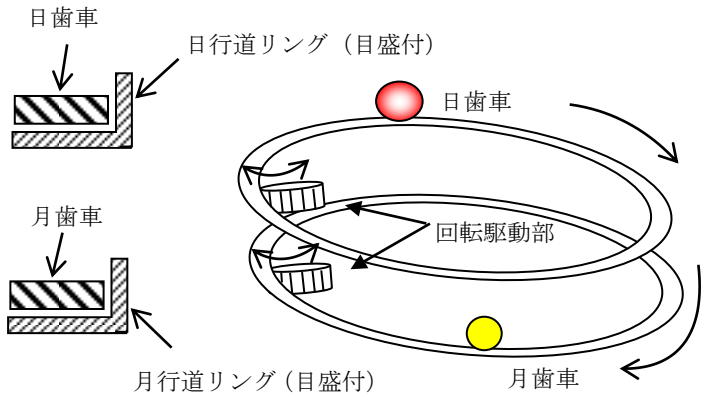
写真1 各機構部のレイアウト

(2) 日歯車と月歯車の作動について

図1は日歯車と月歯車の回転駆動部の全体図で、日歯車と月歯車はそれぞれ日行道リングと月行道リングの上に乗っていて、回転駆動部のところで、それぞれ回転駆動歯車と噛み合っています。

図2は日歯車と月歯車の回転駆動部の詳細で、日歯車と月歯車は斜行しながら偏芯して回転させる為に駆動歯車は傾斜して取り付けられており、かつ遊星歯車機構により常時日歯車と月歯車と噛み合うようになっています。

主軸の回転方向からすると日歯車と月歯車は右回りに回転します。贍部州（せんぶしゅう）からすると東から出て西に沈むこととなります。今仮説として日天が一日に1回転することを基準に考えます。歯車の歯数から以下の関係がわかります。



歯車が偏芯運動する為、回転駆動部は遙動しながら歯車を回転させる。

図1 日歯車と月歯車の回転駆動部全体

- 日歯車 1回転/1日 を基準とすると
- 月歯車は 0.976 (360/372) 回転/1日 し
- 主軸は 2.5回転/1日 する必要がある

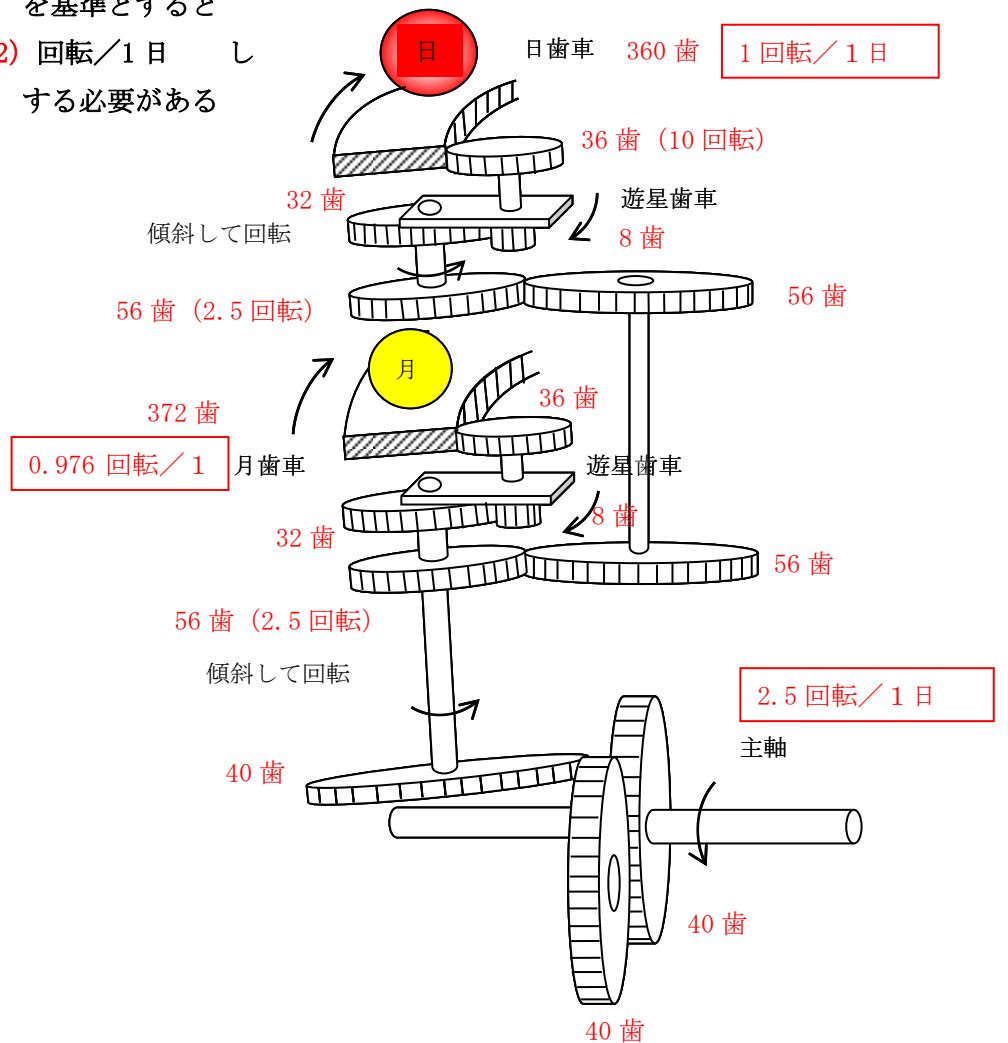


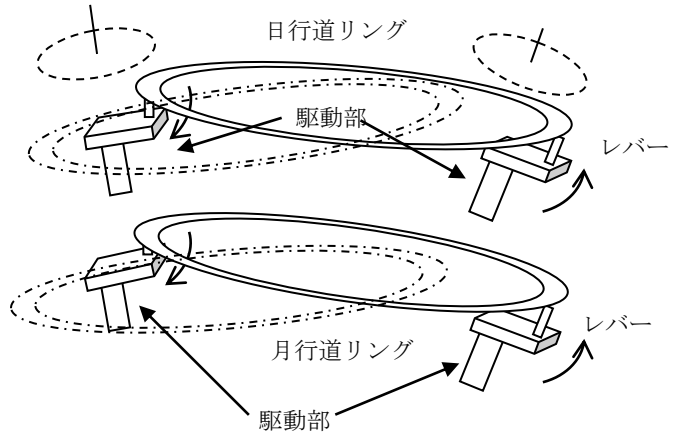
図2 日歯車と月歯車の回転駆動部詳細

(3) 日行道リングと月行道リングの作動について

図3は日行動リングと月行動リングの偏芯駆動部全体図で、偏芯駆動部は傾斜したレバーを回転させレバーと連結した行動リングを斜行させながら須弥山の廻りを偏芯駆動させます。図4は偏芯駆動部の詳細図で錘によって回転させられた主軸から駆動力が伝達されて下の月行道リングと上の日行道リングの偏芯駆動を行います。

日行動リングの1往復を基準に考えますと、
歯車比の関係から以下のことがわかります。

- ・日行動リング 1往復 を基準とすると
- ・月行動リングは 12往復 し
- ・主軸は 900回転(360日) する必要があります



駆動部は傾斜して回転する為、行道リングは斜行しながら偏芯運動する

図3 日行道リングと月行道リングの偏芯駆動部全体

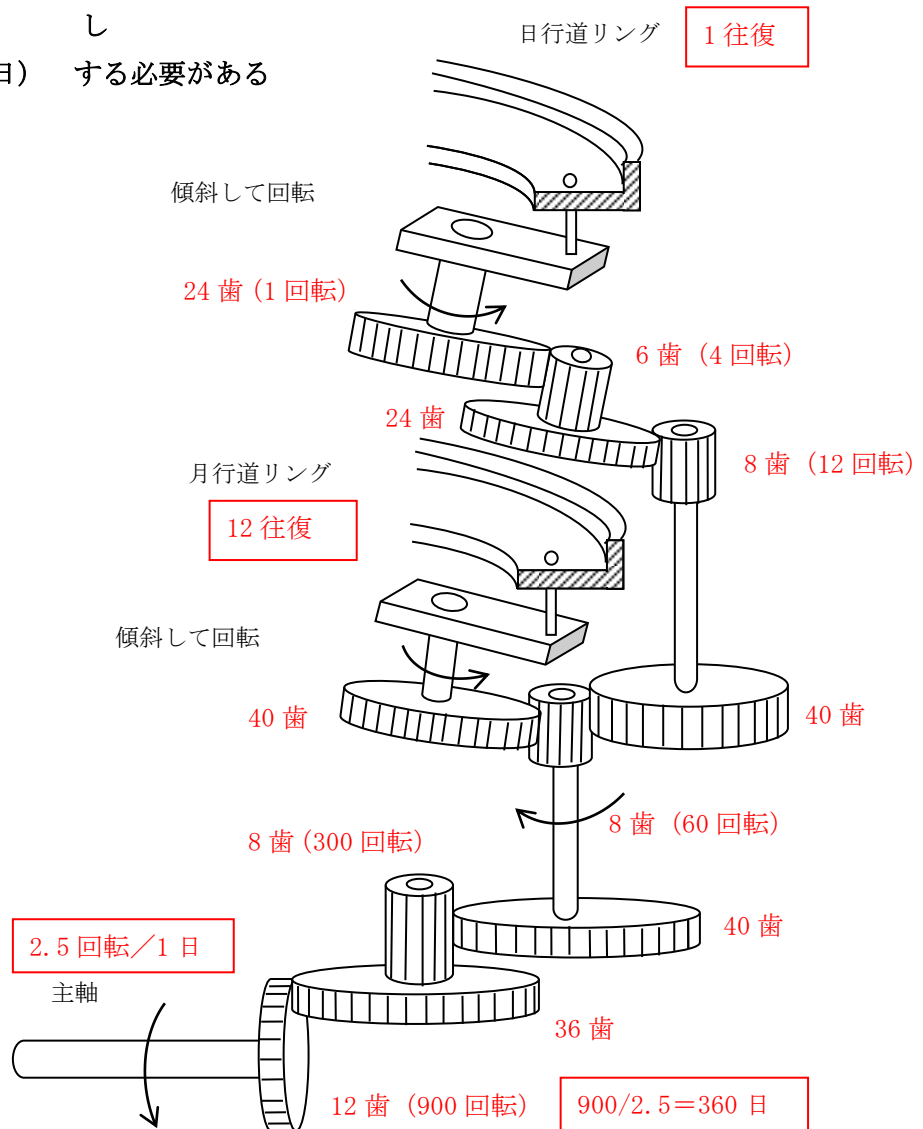


図4 日行道リングと月行道リングの偏芯駆動部詳細

(4) 動力部の作動について

図5は動力部と调速部の詳細です。紐で結ばれた錘が逆転止の付いた糸巻きに巻き上げられると錘の力で一の輪が回転し主歯車を回転します。これにより主軸に回転力が伝わり各部の機構を動かします。また一の輪から二の輪、三の輪を経由して増速されて行司輪に回転が伝わりますが棒天符の袖(図示せず)と係合して天符が往復作動を行う為、間欠的に回転するように制御されます。従って主歯車はゆっくりと回転することになります。回転速度の調整は天符錘の掛位置を変えて行います。この部分の機構は和時計に使われているものと全く同じ構成になっています。

歯車の歯数の及び糸巻きの直径から以下の関係になります。

- ・主軸 2.5回転/1日 を基準とすると
- ・重りのストロークは $\phi 60 \times \pi \times 2.5 \text{ 回転} = 470\text{mm}$ 以上必要となります
- ・錘筒の全高は 錘の重さを5kgとすると720mm以上必要となります
- ・行司輪の周期は 1日に1920回転する必要から45秒/1回転で回転する必要があります
 $24 \times 60 \text{ 分} \times 60 \text{ 秒} \div 1920 \text{ 回転} = 45 \text{ 秒} / 1 \text{ 回転}$
- ・天符の往復周期は 行司輪が17歯なので2.647秒/1往復で作動する必要があります
 $45 \text{ 秒} \div 17 \text{ 歯} = 2.647 \text{ 秒} / 1 \text{ 往復}$
- ・錘のサイズは 和時計では時計の錘は1kg程度ですが天体機構の作動負荷が大きいため鉛で5kgを想定すると直径 $\phi 60$ ×長さ200となります

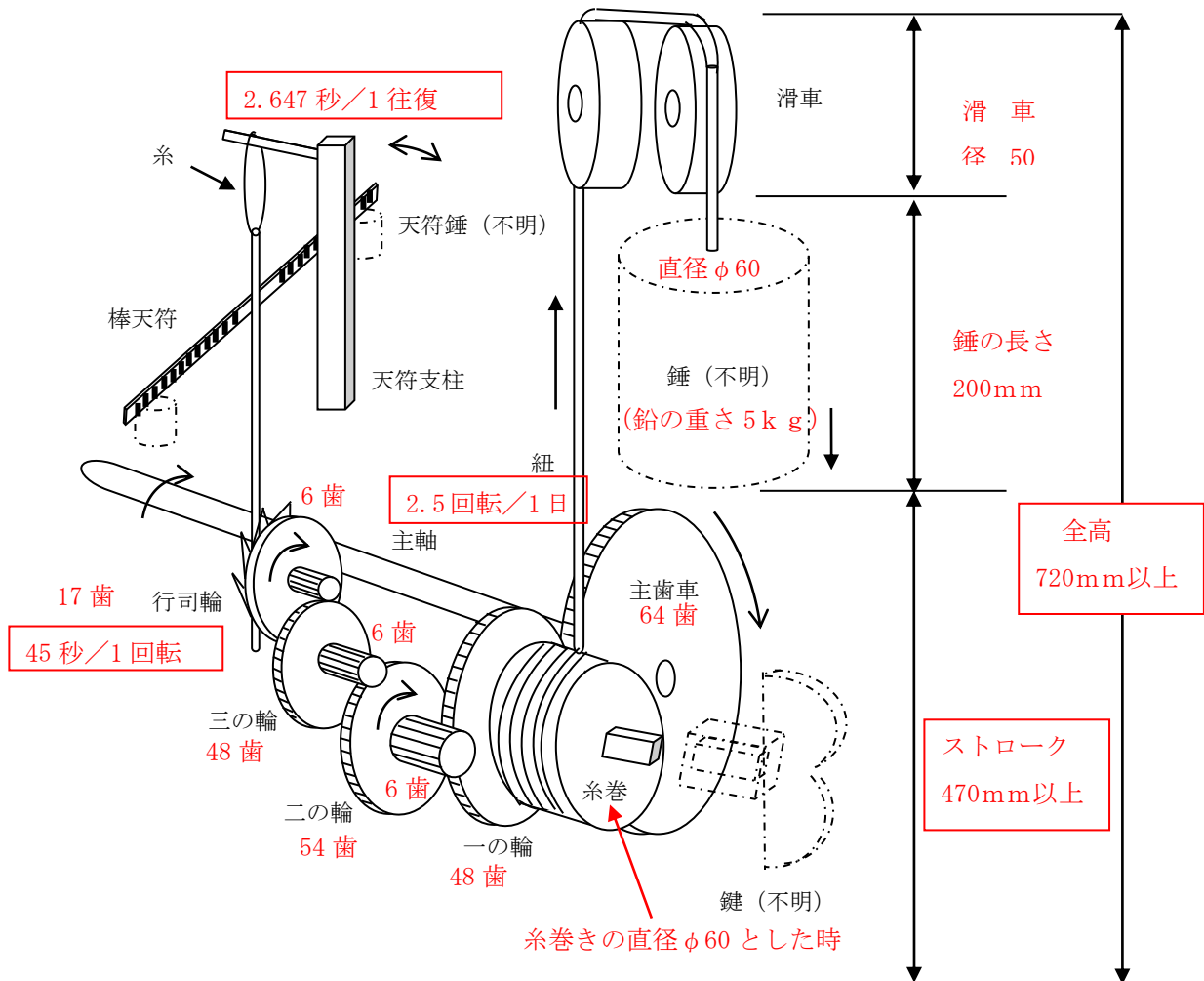


図5 動力部と调速部詳細

