

プラネタリウムの惑星棚に関する調査と
惑星投影の精度向上に向けての改良案
堤 くらら、吉田 理紗（高1） 【神戸女学院高等学部】

加要

本研究ではプラネタリアムの機構の中で、惑星の投影に関わる「惑星棚」の構造とその精度について「ミノルタプラネタリアム MS10」を用いて調査を行った。また惑星の運行をより高精度に再現するため、惑星棚を構成する歯車の歯数について改良を試みた。

1 はじめに

惑星棚とは、機械式プラネタリウムの中で太陽、月、惑星を投影する機構の名称である。一つの動力源から、複数の歯車を用いて歯車の回転数を調整し、地球と他の惑星の公転周期の比を再現している。

機械式プラネタリウムの構造をより詳しく知りたいと考えたが、メーカーにも詳しい資料はあまりなく、実際に使われている歯車の歯数を数えることにした。今回の研究では、明石市立天文科学館で所蔵されているユニカミノルタ製の機械式プラネタリウム「ミノルタプラネタリウム MS10」（以下 MS10）を調査の対象とした。

2 研究内容

(1) 調査内容と結果

MS10の惑星棚の構造を明らかにするため、惑星棚を構成している歯車と駆動軸（年周軸）の配置を調べ、木星と土星の投影に関わる各歯車の歯数を数えた。その結果から、歯車によって再現されている木星と土星の公転周期の値をそれぞれ導き、目標値との差を求めた。

(2) 調査結果

木星と土星の運行に関わる惑星棚の構造とそれぞれの歯車数は図 1、図 2 の通りである。

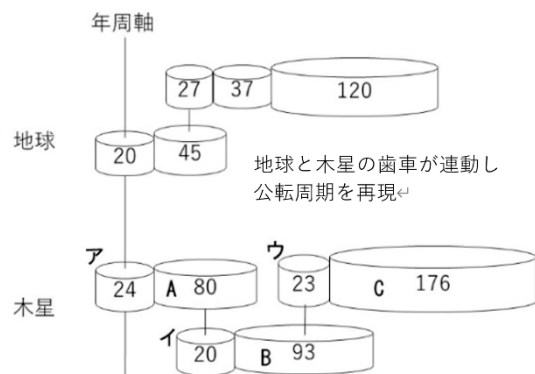


図 1 木星に関する機構←

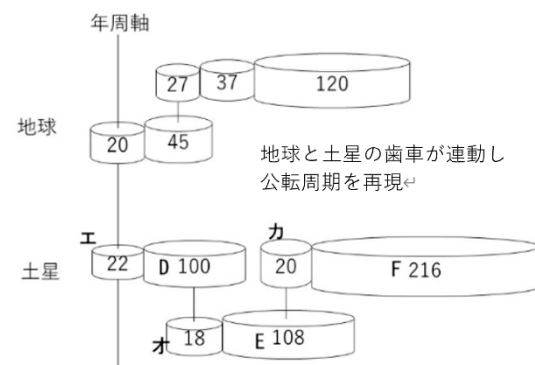


図 2 土星に関する機構

年周軸が10回転すると、地球の段の中で最も年周軸から遠い位置にある歯車が1回転する。これは、地球が1回転したことになる。このことから惑星の公転周期の値と目標値との誤差(絶対値)は地球の公転周期に対して次のように求まる。

【木星】

再現される公転周期：
 $80^{\circ}93'176''/(24^{\circ}20'23''10) = 11.860869 \dots$ [恒星年]
 目標値：11.862408594 [恒星年] (1)
 誤差：0.0015390 [恒星年]

【土星】

再現される公転周期：
 $100 \times 108 \times 216 / (22 \times 18 \times 20 \times 10) = 29.454545 \dots$ [恒星年]
 目標値：29.446985622 [恒星年] (1)
 誤差：0.0075598 [恒星年]

(3) 歯車の改良

木星と土星の歯車の歯数を変更することで、より目標値と再現できる公転周期の誤差を小さくすることに挑戦した。その際に歯車数と歯数について「歯車数はMS10と同じく6枚」「歯数はMS10と同じく最小18から最大216まで」という条件で、歯数を変更した。歯車に図1、図2のようにA~F、ア~カと名前を付けた。それぞれの歯数変更前後の歯数、変更後に再現できる公転周期と目標値との誤差は以下の通りである。

【木星】

変更前: A=80 B=93 C=176 ア=24 イ=20 ウ=23
 変更後: A=81 B=86 C=188 ア=24 イ=20 ウ=23
 変更後の公転周期: $81 \cdot 86 \cdot 188 / (24 \cdot 20 \cdot 23 \cdot 10)$
 =11.8623913... [恒星年]
 変更前の誤差: 0.0015390 [恒星年]
 変更後の誤差: 0.0000172 [恒星年]

【土星】

変更前: D=100 E=108 F=216 エ=22 オ=18 カ=20
 変更後: D=100 E=138 F=169 エ=22 オ=18 カ=20
 変更後の公転周期: $100 \times 138 \times 169 / (22^2 \times 18 \times 20 \times 10)$
 =29.4469697... [恒星年]
 変更前の誤差: 0.0075598 [恒星年]
 変更後の誤差: 0.0000159 [恒星年]

MS10 本来の歯数で得られる公転周期と目標値の誤差に対して、変更後の誤差は木星では約 1/89、土星では約 1/475 となり大幅に精度が向上した。

3 考察

今回の研究では歯車の歯数を変更することで、より目標値に近い公転周期を再現することができた。しかし、MS10の開発時に使われていた目標値が今回用いた目標値と異なることも考えられるので、開発時の目標値なども今後調べたい。

4 展望

今後は木星、土星以外の惑星や月の機構についてもさらに詳しく調べ、よりよい精度になるように改良していきたい。

5 参考文献

(1) NASA アメリカ航空宇宙局 Planetary Physical Parameters
https://ssd.jpl.nasa.gov/planets/phys_par.html
(閲覧日 2025/1/19)