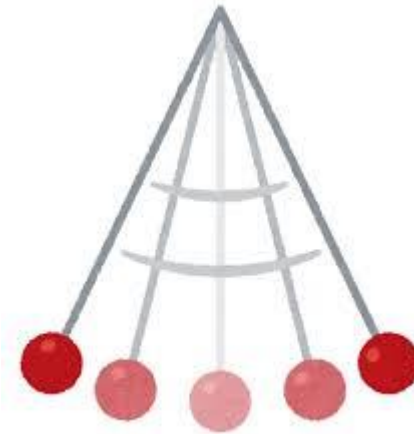


振り子の等時性

ガリオは、「同じ長さの振り子がゆれる周期は、振り子の振幅の大小によらず一定である」という、**振り子の等時性**を発見した(1583年)。

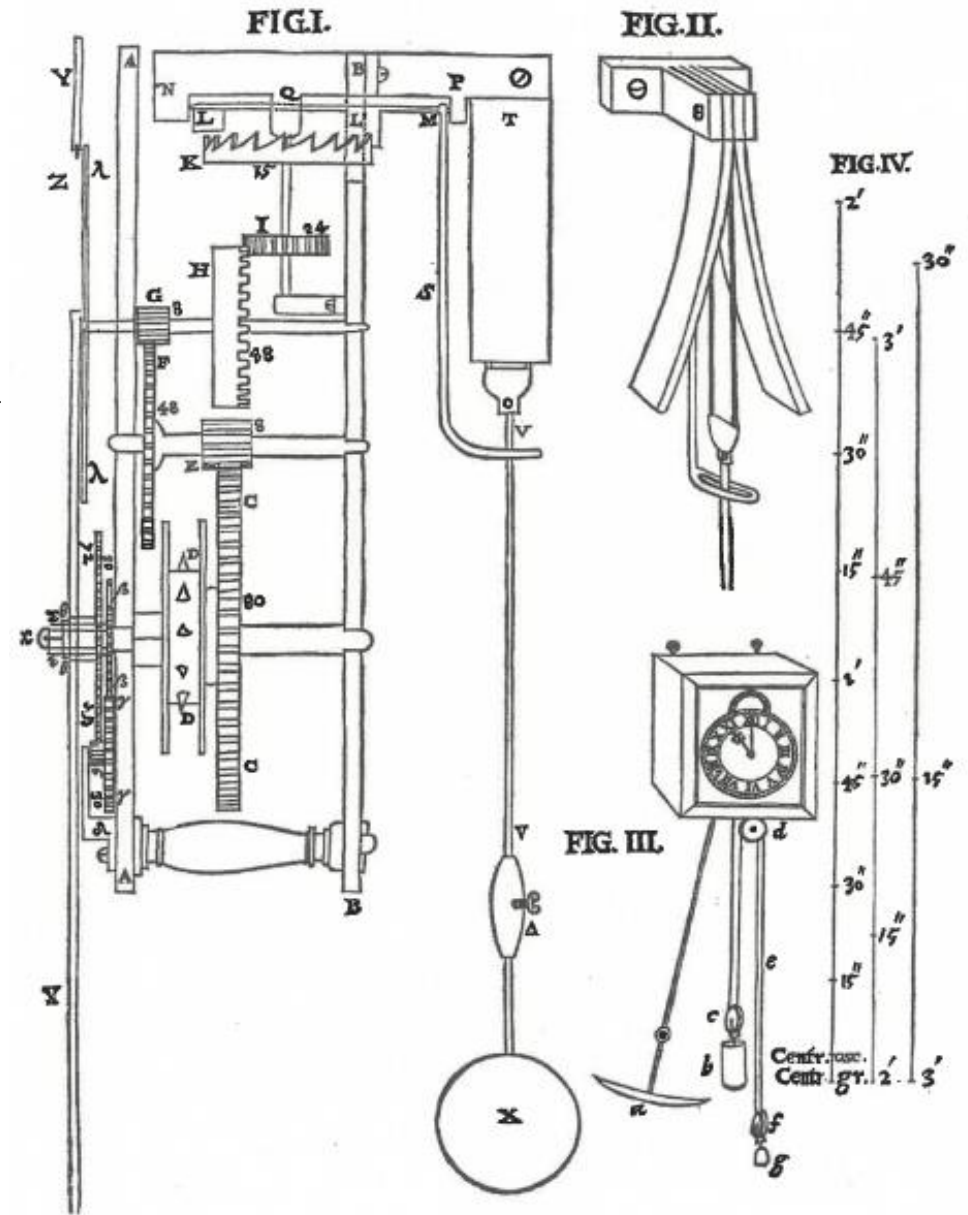
ただし、振り子の振幅が大きくなると、誤差が大きくなり、等時性は厳密には保たれない。また、ガリオは振り子の等時性を利用した時計を考案したが、完成には至らなかった。



物理学者ホイヘンス

一方、オランダの物理学者のホイヘンス(1629-1695)は、時間を正確に測定できる時計を考案し製作した。

ホイヘンスは、土星の環の発見者でもあり、天体観測に必要な経度の測定には、正確な時刻が必要なため、ホイヘンスの振り子時計を発明!



ホイヘンス著『振り子時計』より

天体観測と時計の関係？

緯度（南北の位置を表す）・・・水平線と北極星のなす角度から求める。

経度（東西の位置を表す）・・・基準の位置と自分の位置の時間差から求める。

※地球は 24 時間で 1 回転している(1 時間あたりの経度は 15 度)。

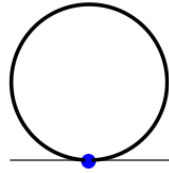
仮に、正午（太陽が南中する時刻）に、時計を 12:00 に合わせて、船が港Aから出航したとする。船がある地点Bに達したとき、太陽が南中する正午に時計を見ると、時刻は 12:00 からずれている。この時差から、港Aの経度が分かる（自分の位置が分かる）！

原理(簡単に)

ホイヘンスは数学の知識(サイクロイド曲線について)を用いて振り子時計を考案した!

次のスライドでサイクロイドのアニメーションをお見せします。

サイクロイド曲線

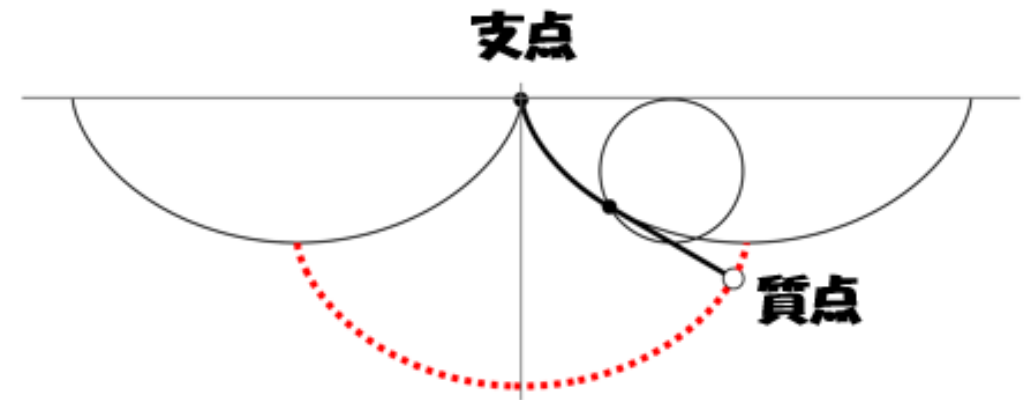


原理(簡単に)

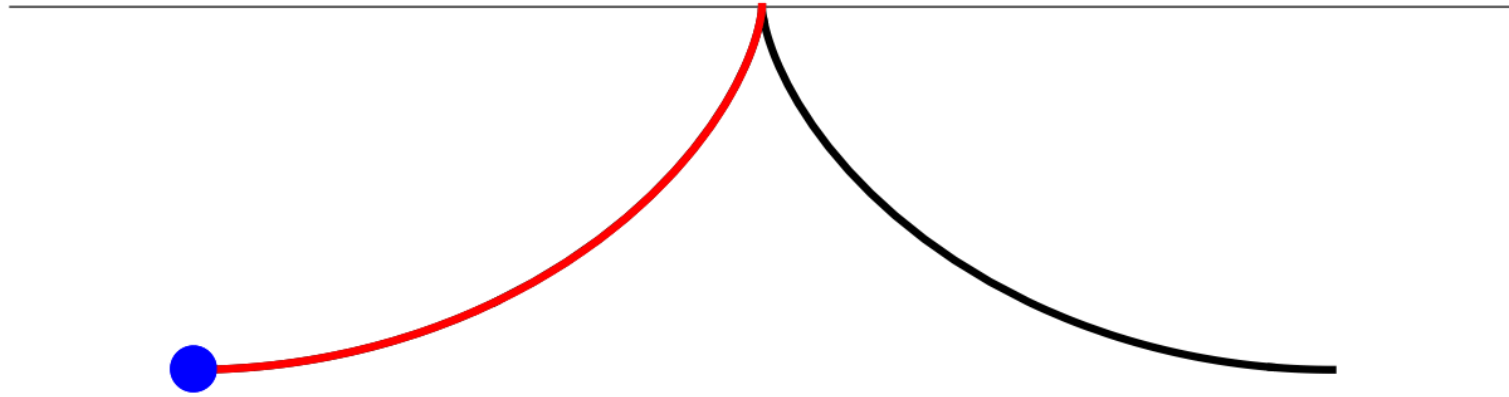
ホイヘンスは次の2つの数学的性質を用いて振り子時計を考案した。

- ①サイクロイド曲線を折り返して、その上に小球をおいて、転がらせるとき、小球が最下点に達する時間は、**はじめに小球を置く位置によらずに一定。**
- ②振り子の根元をサイクロイド曲線の当て板につけると、**振り子の軌跡もサイクロイド**になる。

次のスライドでサイクロイドのアニメーションをお見せします。

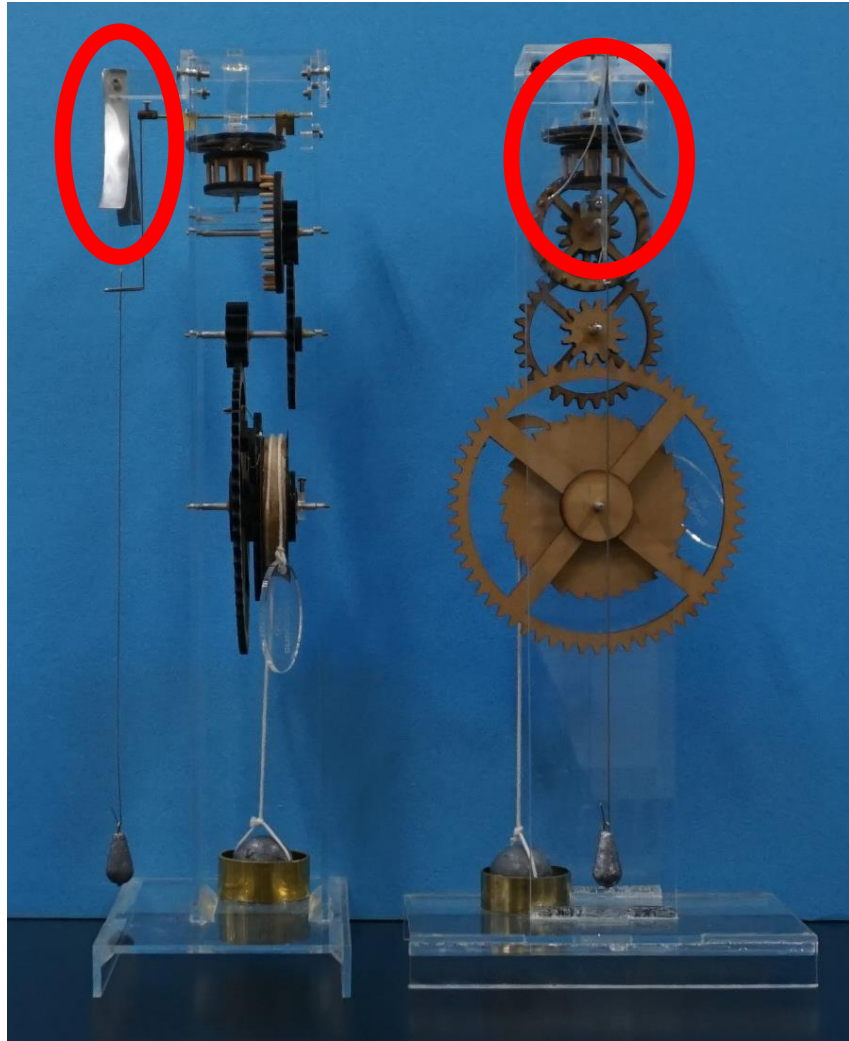


サイクロイド振り子

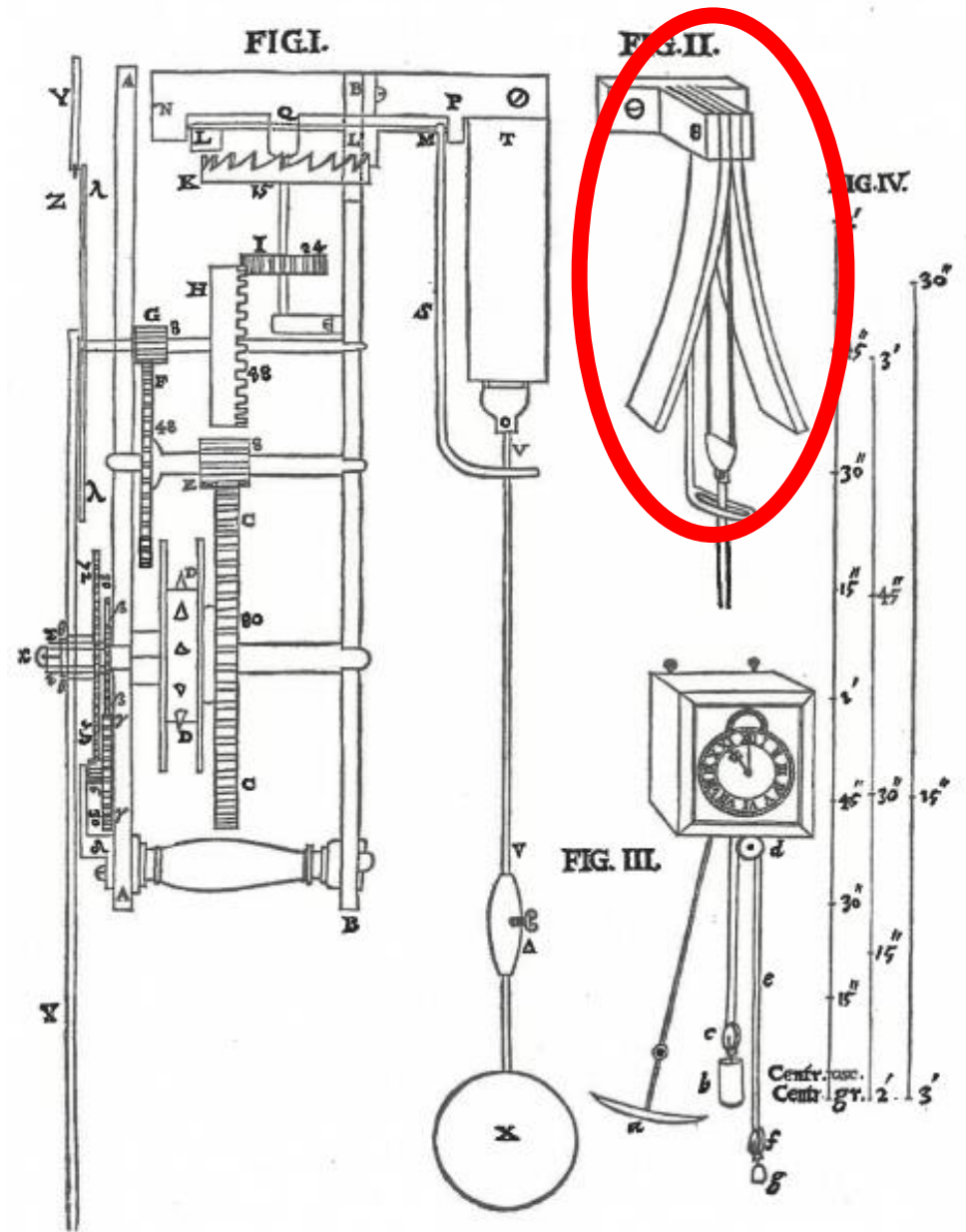


黒：サイクロイドの当て板
青：質点の軌跡（サイクロイド）
※円弧ではありません！

製作した模型



右のイラストから製作した振り子時計



ホイヘンス著「振り子時計」より

教育実践例

理科の出前授業を行った。

対象：福山市内の公立中学校の中学2年生

①授業のはじめに「機械式の時計はそもそも何のために作られたか？」発問して、学生の回答を聴取。

②ホイヘンスの振り子時計の時代背景、仕組みを簡単に解説。

③実際に模型で動作を確認させたあとに、事後アンケートを実施。

事後アンケート例

**学べたこと、理解できたことを自由形式で発問。
(多かった回答例)**

- **「土星の環を発見した人が、振り子時計を発明したことを知らなかった。知識が広がった」**
- **「天体観測をするときに正確な時刻が必要なことをはじめて知った」**
- **「カチカチという音がよかった」**

参考文献

岡崎 隆, 池田 清朗, 沢田 康太, 宮崎 隆也, 寺島 靖香: 振り子の等時性とその破れ-単振り子、サイクロイド振り子、実体振り子の運動-, 日本物理教育学会誌, 第58巻1号, pp.49-52, 2019, 日本物理教育学会