

ビリヤードの反射軌道とブロックポイント

数学班：谷屋 海斗 能勢 裕之郎

要約

本研究の目的は、正方形においてどんなビリヤード軌道もブロックできることを明らかにすることである。実験（調査）によって、ビリヤードの反射軌道の midpoint と先行研究で示されたブロックポイントが一致するということがわかった。従って本研究では、正方形においてどんなビリヤード軌道もブロックできるということが結論付けられた。

Abstract

The purpose of this study is revealing that blocking points can block any billiard trajectory in a square. The experiment shows that the midpoint of the billiard reflection orbit coincides with the block point shown in previous studies. This study concludes that they can block any billiard orbit in a square.

1. 序論

私たちは身近な数学について研究したいと思い、身近な室内スポーツのビリヤードについて研究をした。ビリヤードについて調べていたところ、熊本大学教育学部教育学研究科の吉里泰志さんの論文を発見し、これについて詳しく研究しようと考えた。この論文には証明が書かれていなかったため、まずはこれを証明することから始めた。その後、始点などを動かした場合や異なる図形について調べたらどうなるかを考察しようとした。

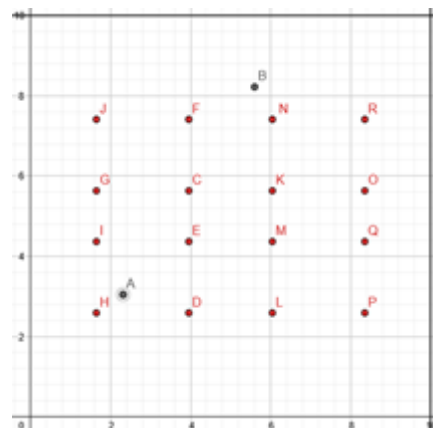
2. 研究手法

- ① 関数ソフト geogebra を用いて反射軌道をグラフ上に落とし込み、反射軌道を可視化させることで反射の仕組みを学んだ。
- ② 先行研究に基づいて始点を具体的な数字でおいた時の反射軌道とブロックポイントをグラフ上で示した。
- ③ ②の事象についての反射軌道をブロックできることを証明する。
- ④ 始点を任意の数字でおいたときの反射軌道とブロックポイントをグラフ上で示した。
- ⑤ ④の事象についてブロックポイントの座標を x 方向と y 方向に分けて探す。
- ⑥ ⑤より始点を任意の点でおいたときのブロックポイントを証明する。

3. 結果

- ① 具体的な数字でおいたとき始点から終点までの反射軌道の midpoint と終点までの反射軌道の midpoint とブロックポイントが一致した。

- ② 始点を任意の数字 (a, b) でおいた時 k_x, k_y, l_x, l_y を整数とすると、終点 G は $(2k_x \pm a, 2k_y \pm b)$ 中点 $M(k_x \pm a/2, k_y \pm b/2)$ 反射平面のブロックポイントは $(l_x \pm a/2, l_y \pm b/2)$ とおける。 $k_x = k_y$ かつ $l_x = l_y$ となるブロックポイントが中点 M と座標が一致した。
- ③ 始点から終点までの反射軌道の中点とブロックポイントが一致した。
- ④ ②③から始点から終点までの反射軌道の中点とブロックポイントが一致することが分かった。



16個のブロックポイント

4. 考察

今回の研究は正方形における実験であったため座標上に落とし込み、対称性を利用できたことから簡単にブロックポイントの存在を示すことができたと考えられる。始点が任意の場合は、 x 方向と y 方向について考察したので、同様にして考えればどんな図形でも考えられるのではないかな。

5. 結論

今回の研究では正方形における実験であったため座標上に落とし込み、対称性を利用できたことから簡単にブロックポイントの存在を示すことができたと考えられる。

この研究でブロックポイントを一般化された座標で示すことができ、その後座標が反射軌道上にあることで正方形ではブロックできることが結論づけられた。

6. 参考文献

熊本大学教育学部教育学研究科 吉里 泰志 (2009)

「多角形, 多面体のビリヤードのブロッキングポイント」

GeoGebra 『geogebra.org/calculator』