

楕円の焦点を利用したビリヤード台の制作

八代研究室

01412046 加茂 泰一朗

1. 目的および予定される成果の意味・意義

本制作は（図 1、2）のように楕円上のどこに点 P があっても 2 つの焦点からの距離の和は一定（ $FP+FP'$ は一定）という楕円の性質に着目し、一方の焦点からどの角度にビリヤードの球を打ってももう一方の焦点の位置にある穴に球が入る楕円型のビリヤード台を制作する。

本制作の予想される意義としてはこの制作物を学園祭等の場で子供の遊べる展示物として展示することで遊びながら数学を体験する事の出来る制作物として教育材料になる事があげられる、公式のビリヤード台とは異なり球が入りやすい仕様になっているためビリヤード未経験でも楽しめる玩具になると考えられる。

2. 試作品の制作

本制作にあたり、まず試作品を制作した（写真 1）。試作品を学園祭に展示することで多くの意見、問題点、改善点等が得られると考えたからだ。

試作品は台座を設けずベニヤ（ $1700 \times 900 \times 12\text{mm}$ ）4枚重ねたものに楕円の穴を空け、球の跳ね返り部分にゴムシートを貼り付け、塗装も行った。

実際に制作し、浮上した問題点として以下の 3 つの点が挙げられた。

- 1) 球が跳ね返る面のゴムと球が接触する際に接触面が広いと摩擦が大きくなり跳ね返る点の反射角度が広がってしまう。
- 2) 球が跳ね返る布貼り仕上がり面に直接布を貼ると仕上がりは綺麗だが平らでないため球が正確に転がらない。
- 3) 焦点距離が近くなると楕円は円に近づき 3×6 板を加工してビリヤードに近いサイズにするには予想より横長の楕円になってしまう。

3. 本番の設計

本番の設計（図 3）では試作で挙げられた問題点の改善を試みた。最重要視した点は球の跳ね返り時の接触面の広さである。跳ね返る際の接触面を小さくすればするほど反射角のずれが小さくより正確になる。試作品では幅 20mm 厚さ 2mm のゴムシートを楕円の内面に貼っていたが本番では厚さ 5mm の楕円にくりぬいたゴム板を板に挟み込む加工とした（図 4）。

他には球が転がる面の傾きと平滑さを重視し、球が転がる布貼り面の板は平滑で強度もある MDF 材を使用し、足には傾きを調節出来る金具を取り付けた。

4. 本番の制作

本制作において最も重要なのは楕円部分の加工の正確さである。そのため 3×6 板を楕円に加工する際には NC ルーターを使用し（写真 2）。挟み込むゴムシートは図面データを送り特注で発注した（写真 3）。

本制作物は布を除けば全てが木造である。しかし材料となる木は最低限の価格の木材やベニヤを使用しているためヤスリ掛けや塗装を施し仕上がりを美しく見せた（写真 4）。なお台座は製材時以外、手道具での加工によって制作した。

5. まとめ

本制作を通して図面や理論上で可能だと考えられるものを現実化することの大変さを学んだ。本制作はゴム板を挟むという方法が何種類かの試作品製作を通してたどり着いた加工法だが結果として成功とは言えなかった。今後さらに正確に跳ね返るよう加工法の改良が必要である。

【謝辞】本制作 NC ルーター加工時ご協力いただいた佐々木先生、佐々木研究室学生の皆様、この場を借りて深く感謝いたします。

【参考文献】

・Mathematical Art 展実行委員会（1998）「数学にさわろう！Mathematical Art 展」, P18, Mathematical Art 展図録編集委員会。

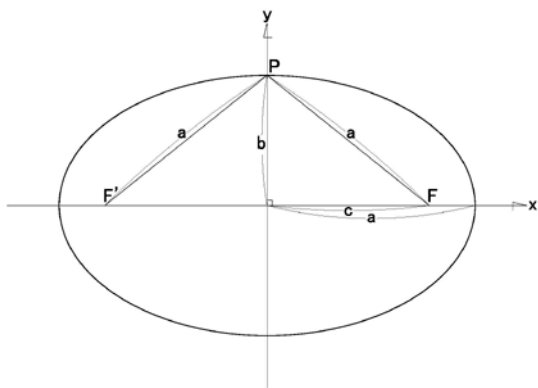


図1：楕円図

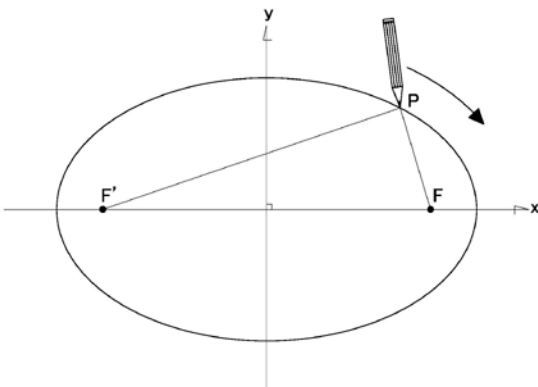


図2：ピンと紐を使用した楕円の描き方



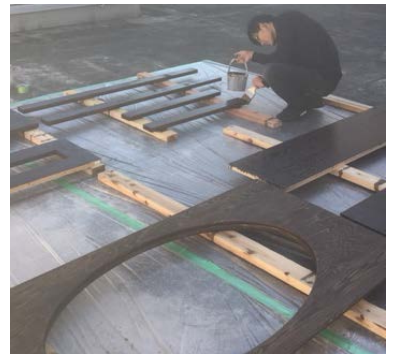
・写真1：試作品全体写真



・写真2：ルーター加工風景



・写真3：特注した5mm厚ゴム



・写真4：塗装風景写真

<図1, 2解説>

図1のような楕円があるとき
2点 $F(\sqrt{a^2-b^2}, 0)$, $F'(-\sqrt{a^2-b^2}, 0)$
を楕円の焦点という。

楕円の性質として $FP+F'P=a'$ という性質がある
がこれは $a'=5$, $b=3$, $F=(4, 0)$, $F'=(-4, 0)$
としたとき三平方の定理を利用し $FP+F'P=10$
となるからである、これは楕円を書く際に2点に
ピンを立て紐とペンで図2のようにして楕円を
描いたとき紐の長さが一定だということから
 $FP+F'P$ が常に同じ値だとわかる。

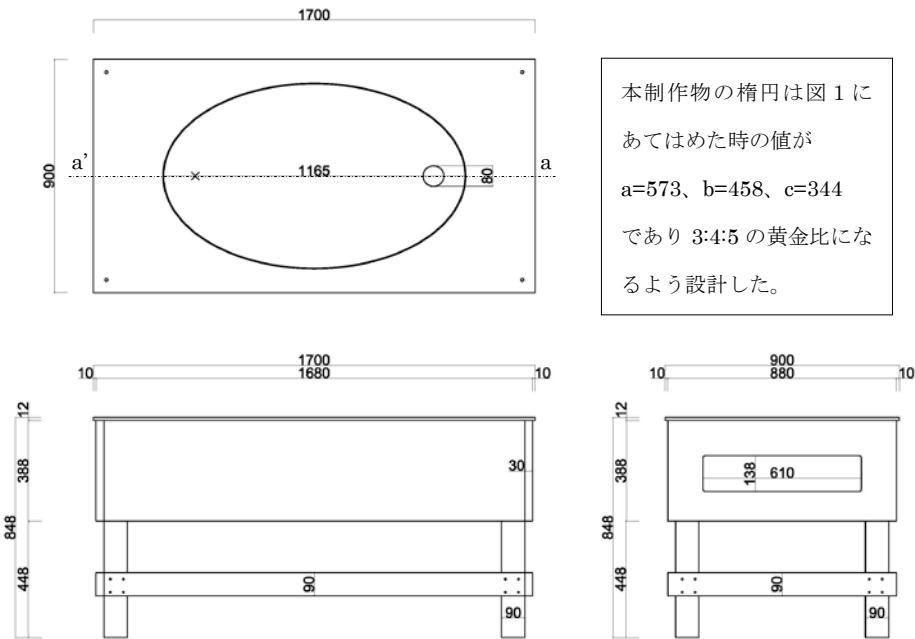


図3：上面図、側面図2方面

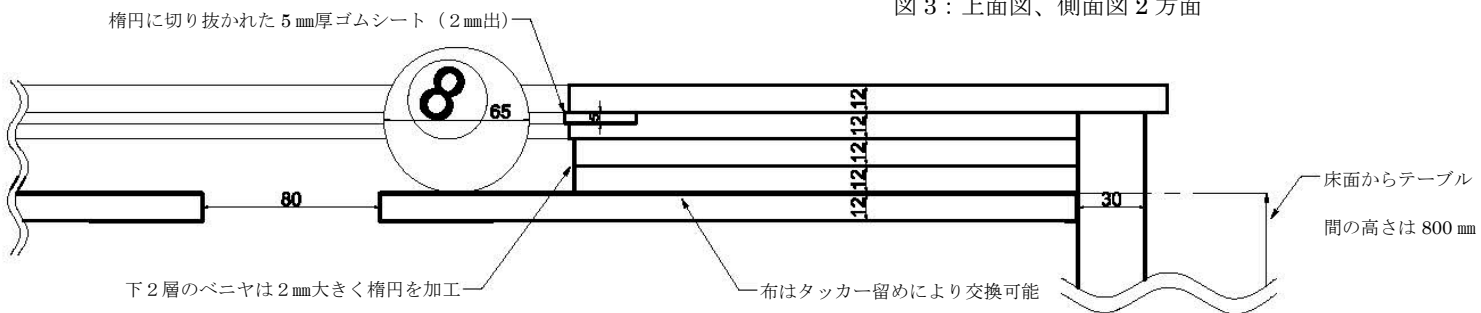


図4：a-a'断面ポケット付近断面図