

体験型展示「ケプラーモーションNEO」制作報告

石坂 千春*

概要

ケプラー運動を観察できる展示「ケプラーモーションNEO」を新規に制作した。球の取り合いや紛失を防ぎ、手動投げ入れでは実現できなかったほぼ同一の条件下での球の軌道変化を観察してもらうため、この装置は、従来の「ケプラーモーション」と異なり球の投入はモーター駆動のリフトによって行うこととした。また、漏斗面が従来機に比べて滑らかなので、摩擦が少なく、球はより長い時間、転がり続けるよう改良した。現象が見やすいので、新たな人気展示となっている。

1. はじめに

ケプラー運動を体験的に学習する展示装置「ケプラーモーション」の新型を制作した。

重力に引かれた物体は(摩擦がなければ)①楕円軌道を通り、②中心天体に近いほど早く回る。これを「ケプラー運動」という(③公転周期の2乗は軌道長半径の3乗に比例する、という3法則を合わせて「ケプラーの法則」という)。

ケプラー運動はニュートンの逆二乗重力による現象であるが、これを地上の一様重力中における、中心に穴の開いた1/r形状の漏斗上での球の運動で近似したものが「ケプラーモーション」である[1]。

既存の「ケプラーモーション」は25年前に導入されたものであるが、現在でも人気展示の一つである。ただし、老朽化がはげしく、漏斗や仕器の塗料の剥げが目立つ。漏斗の摩擦が大きく、転がした球は短時間(20秒未満)で中心の穴に落ちてしまう。

また、鋼球を観覧者が投入する方法をとっているので、球の紛失が頻発していた。持ち出された鋼球を展示場の吹き抜け部から投げ落とされたこともあり、重大事故を引き起こしかねない危険性もある。こうした球の紛失や事故を防止するため、常時2個程度しか鋼球は備えられておらず、目的であるケプラー運動の観察に支障をきたすことも多かった。

そこで、より多くの球を、より安全に、より安定して投入できるよう改良を加えることにした。

2. 仕様

制作業者はプロポーザルにより選定した。

プロポーザルで求めた仕様は次のとおりである。

2-1. 必須事項

- ・漏斗の直径は120cm以上とする
- ・漏斗はFRP製とし、摩擦を極力減らす表面加工をすること
- ・漏斗の色は黒とする
- ・直径1~2cmの鋼球(購入可能な同等品)を使用できること
- ・球は自動(もしくはハンドル操作)で投入口に戻る
- ・10個以上の球を連続的に投入できること
- ・球の投入口は2か所以上とする(現行は3か所)
- ・仕器の上部は透明なカバーを付けること
- ・仕器は剥げにくい塗料で塗装すること
- ・仕器は移動用キャスタ等を付け、かつ床に固定できること
- ・異物混入や玉詰まりの際、館のスタッフが容易に復旧できること
- ・平米あたりの重量が1000kgを超えないこと

2-2. 追記事項

プロポーザル実施時に「仕様」に追記した事項は下記のとおりである。

- ・設計に当たって現行の漏斗(直径125cm)を原型とすることもできる
- ・仕器は現地(展示場)で組み立てられることが望ましい

*大阪市立科学館/中之島科学研究所
ishizaka@sci-museum.jp

い(搬入用エレベータの扉の幅が1mであるため)

2-3. 審査結果

プロポーザル審査の結果、株式会社ムラヤマ大阪支社に制作業務を委託することになった。

平成 29 年 12 月 2 日に業者決定(委託)、平成 30 年 2 月 28 日に完成し、納品された。

3. 完成デザイン

完成した「ケプラーモーションNEO」の仕様は次のとおりである。

- ・本体はメラミン化粧板貼り
- ・本体色は展示場 4 階のイメージカラーである青
- ・直径 120cmの黒色塗り込み FRP 製漏斗
- ・直径 1 インチの白色樹脂球を使用
- ・モーター駆動の2か所のリフタにより、球を供給
- ・駆動ボタンは耐久性と汎用性を考慮し、ゲーム機用ボタンで代用
- ・ボタンを押し続ける間、モーターが駆動し球を供給
- ・モーター駆動速度は調整可
- ・2か所の球投入口は異なる角度で設置
- ・上部および球供給部をアクリル板で保護
- ・最大高は 98 cm
- ・キャストにより移動可能
- ・下部アジャスタで水平調整可
- ・リフタ部も透明カバーで覆い、観察可能
- ・什器下部の2か所にメンテナンス扉設置
- ・ボタン部に各2か所の操作解説プレート設置可



写真1. ケプラーモーション NEO

漏斗を挟んで対面にボタン操作部およびリフタ(球投入部)が設置されている。また、異物混入を防ぐため、上部およびボール投入部は全面をアクリル板でカバーしている。



図1. 解説プレート①

展示名称は日英中(簡・繁)韓の4ヶ国語で表記した。タイトルイメージは筆者がデザインした。



図2. 解説プレート②

日英中韓の4ヶ国語で操作方法を表示した。観察を促すため、ボタンを囲むように文字列を配置し、「目」をイメージしてデザインした。

4. まとめ

従来機のように、自分で直接、球を持って投入するものではないため、観覧への誘引力が弱くなるのでは、という懸念もあったが、杞憂であった。

ボタンを押し続ける限り球が供給されるので、漏斗上に大量の球を投入できる。また、従来機の約 2 倍長

く(約 40 秒)球が漏斗上を運動する。そのため、時には球同士の衝突も起きるが、衝突しそうでしないこともある。

そのスリル感からか、年齢にかかわらず、長い時間、ボタンを押している姿を見かける。新たな人気スポットの誕生となった。制作担当者としては、うれしい限りである。

この装置では摩擦があるので、天体のケプラー運動とは異なり、ボールは楕円軌道から外れてらせん状に穴に近づいていく。ただし、すんなりとは穴に落ちてしまわずに、スピードを上げて漏斗の内側でしばらく回り続ける。角運動量保存の法則や降着円盤の仕組みも観察できる有意義な展示である。

人気展示であるがゆえの課題もある。従来機より長い時間、球が転がり続けるため、連続して大量の球を

投入すると、漏斗の最狭部で球が詰まってしまうことがある。その場合でも、側面に設置されたメンテナンス扉から簡単に解消できるので、大きな問題とはなっていない。それよりも、なんでも吸い込むブラックホールでさえ、落ち込む量がある限度を超えると吸い込めなくなるという、いわゆる「エディントン限界」について解説する、いい機会と捉えている。

スタンド型解説パネルも別に設置した。

平成 30 年度後半に予定している展示場 4 階の改装後にも、人気を集める展示となることを期待している。

参考文献

[1]石坂千春、大阪市立科学館研究報告 8 号 p.29、1998

