

# C-tube 課題を題材にした慣性に関する認識評価

仲野 純章 (奈良県立奈良高等学校)

これまでの物理教育研究を通じ、「円軌道を運動する物体は、軌道内を運動中に円運動を行うような一種の勢いを得る」とする慣性に関連した誤った認識の存在が報告されてきた。今回、円運動の学習を控えた高等学校段階の学習者を対象に、上記認識の存在状況を事例的に評価した。これにより、高等学校物理の指導では、こうした誤った認識が持たれがちであることを踏まえた上で、慣性を含む「物体の運動」や「円運動」の指導にあたる必要性が改めて示された。

キーワード：物理，円運動，慣性

## 1. はじめに

直線運動や放物運動と共に、円運動は物体の基本的な運動形態の一つである。こうした円運動については、「円軌道を運動する物体は、軌道内を運動中に円運動を行うような一種の勢いを得る」という、慣性に関連した誤った認識が持たれがちであることが、海外の物理教育研究を通じて報告されてきた。その先駆けとして、Johns Hopkins University では、水平に置いた状態の「途中が欠けて C 型になった円管」から射出された物体の運動を問う課題（以下、C-tube 課題）を大学生に提示し、上記の誤った認識が存在することを報告している (McCloskey, Caramazza, & Green, 1980; McCloskey, 1983)。この結果を踏まえ、その後、C-tube 課題に関する同様の認識評価（例えば、Cooke & Breedin, 1994; Catrambone, Jones, Jonides, & Seifert, 1995）や考察（例えば、Bianchi & Savardi, 2014）が断続的になされてきた。一方、日本における同様の認識評価は、西方・金 (2005, 2007) によりなされているが、いずれも小・中・大学生を対象としたものであり、高等学校段階の学習者を対象としたものは存在しない。

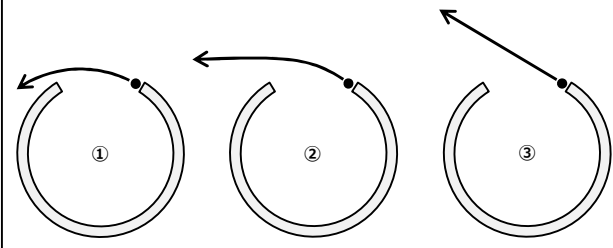
日本の学校教育では、高等学校物理の中で円運動が扱われ、慣性を含む「物体の運動」の基本事項を学習した上で、「円運動」の学習に至る。慣性についての認識は円運動の学習にも影響し得るため、円運動の学習に臨む段階での慣性に関する認識状況を掴んでおくことは、教育実践上も重要である。

そこで、円運動の学習を控えた高等学校段階の学習者を対象に、C-tube 課題を題材にした認識評価を事例的に実施した。

## 2. 方法

「円運動」の学習を開始する直前段階にある奈良高等学校の第 2 学年 159 人（男子 100 人，女子 59 人）を評価対象とした。対象集団は、当該校で使用する検定済み教科書（植松・酒井・下田，2018）の掲載内容・順序に基づき、慣性を含む「物体の

**<問い>**  
下図のような水平に置いた円形の管から飛び出した金属球は、その後、①～③のどの軌跡を描くと思われるか。



-----

**<解答>** : \_\_\_\_\_

**<解答根拠>**  
※なぜそう思うか根拠を文章で簡潔に示すこと  
※「物理的な理論」を根拠にしてもよい、「これまでの経験」を根拠にしてもよい

図 1 調査課題（C-tube 課題）

運動」の基本事項について学習済みの状態にあった。対象集団に提示した調査課題は、これまで報告されてきた C-tube 課題に倣い、図 1 に示すものとした。ここで、円運動の学習を開始する直前段階であることを考慮し、調査課題の文言はできる限り単純なものにした。調査課題はテストではない旨を説明した上で、他者と相談することや教科書を参照することなく選択肢（軌跡パターン①～③）から選ぶ形で解答すると共に、その解答根拠を記すよう求めた。解答時間枠は 10 分間とした。

### 3. 結果と考察

調査課題への解答状況を図 2 に示す。図 2 に示すように、軌跡パターン①、あるいは②を選択した誤答者は合計 50 人（全体の 31%）に上り、「円軌道を運動する物体は、軌道内を運動中に円運動を行うような一種の勢いを得る」といった認識が一定数存在する状況が窺われた。また、このような誤答者のうち、26%の者が解答根拠に「慣性」や「カーブの勢いが残る」といった文言を記し、慣性に関連した誤った認識に基づいて誤答を導いていることが明確に確認された。

慣性に関する誤った認識を有している場合、上述のように、その後の円運動の学習において理解の妨げとなることが懸念される。そのため、指導する側は、「円運動」の学習に至る前に、いかに慣性を含む「物体の運動」の基本事項を指導すべきか、改めて考える必要があるといえる。あるいは、「円運動」の学習に入る段階において、このような誤った認識を有する者が一定数存在し得ることを意識しておく必要がある。

今回確認された結果はあくまで一事例であり、どのような学力層の学校で、どのように慣性を含む「物体の運動」の基本事項を指導するかによって、状況は異なってくるものと予想される。ただし、比較的学力層の高い学習者を対象に一般的な指導を施した場合であっても C-tube 課題に対する誤答者が決して少なくない、という実態は示唆に富むものといえる。

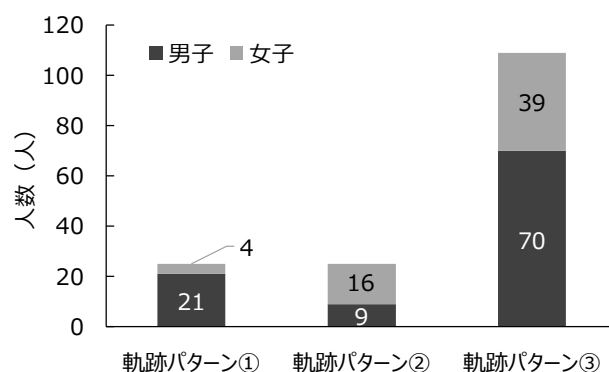


図 2 調査課題への解答状況  
(各選択肢を選んだ人数, N=159)

### 4. おわりに

今回、高等学校で慣性を含む「物体の運動」の基本事項を学習し終え、「円運動」の学習直前段階にある学習者を対象として、C-tube 課題に取り組みさせた。その結果、約 3 割の者に「円軌道を運動する物体は、軌道内を運動中に円運動を行うような一種の勢いを得る」といった、慣性に関連した誤った認識が持たれている状況が窺われた。これにより、高等学校物理の指導においては、こうした誤った認識が持たれがちであることを踏まえた上で、慣性を含む「物体の運動」、あるいは「円運動」の指導にあたる必要性が示された。

### 参考文献

- Bianchi, I. & Savardi, U. (2014). Grounding naïve physics and optics in perception. *Baltic International Yearbook of Cognition, Logic and Communication*, 9, 1-15.
- Catrambone, R., Jones, C.M., Jonides, J., & Seifert, C. (1995). Reasoning about curvilinear motion: using principles or analogy. *Memory & Cognition*, 23, 368-373.
- Cooke, N.J. & Breedin, S.D. (1994). Constructing naïve theories of motion on the fly. *Memory & Cognition*, 22, 474-493.
- McCloskey, M., Caramazza, A., & Green, B. (1980). Curvilinear motion in the absence of external forces: naïve beliefs about the

motion of objects. *Science*, 210, 1139-1141.

McCloskey, M. (1983). Naive theories of motion. *Mental Models*, 299-324.

西方毅・金宰完 (2005) 「物体の運動理解に関する研究：慣性に関する誤概念(1)」『目白大学心理学研究』, 第 1 号, 49-59.

西方毅・金宰完 (2007) 「物体の運動理解に関する研究：慣性に関する誤概念(3)」『目白大学心理学研究』, 第 3 号, 121-129.

植松恒夫・酒井啓司・下田正(編) (2018) 『物理改訂版』新興出版啓林館, 6-22.