

「水平にならない天秤」の授業実践 — 小学校教員を希望する学生への実践事例を通して —

後藤 幹・鈴木 哲也

A Teaching Practice about “Why is the Balance out of the Horizontal?”
- In a Case of Undergraduate Students aiming for Elementary School Teachers -

GOTOU Miki, SUZUKI Tetsuya

要 旨

「水平にならない天秤」を用い、天秤が水平になることとつり合うこととは異なる概念であることが理解でき、シーソー、天秤、ヤジロベエという道具に含まれる共通性を発見することができるような授業設計をし、小学校教員をめざす大学生に試行的に実施した。実験前に行った「棒を傾けたところで手を離すと棒はどうか」という質問では「水平に戻る」が55%であり、正答の傾いたままは2%しかおらず大学生であっても実際に観察するまでは多くの学生が水平に戻るとする考える学生がいることが明らかになった。

キーワード：天秤、てこ、授業実践

1. 問題意識

「てこ」は小学校、「力のつり合い」は中学校や高等学校で授業としては行われているが、天秤そのものを題材として授業が行われることは少ないと思われる。「天秤は同じ重さのとき水平になるのに、中心から等距離のところと同じ重さのものを吊るしてつり合った状態の棒は水平にならない。」といった日常から形成された経験知と実験結果から生まれる疑問を、さらに観察や実験などを行い解決していくなかで新しい概念が子どもたちの中に生まれることを期待して本授業を設計した。

2. 授業の目的と概要

本題材である「水平にならない天秤」の授業は、身近な道具を観察したり、実際につくったりするこ

とから、それらの道具にとどまらない理解と問いをうむことをねらっている。また、日常の感覚的な体験から生まれた「当たり前」や常識を捉え直すことによって、新しい概念や法則が生み出されることもねらっている。

天秤は同じ重さの物を中心から等距離のところのせると水平なところで静止するが、棒の両端に同じ重さの物を吊るすと棒は傾いたところでも静止する。さらにシーソーのような遊び道具の場合は、少し傾くとそちらの方にさらに傾いてしまう。シーソー・天秤・ヤジロベエという道具から得た、違う結果の中に潜む共通性を発見することが、この授業プランのメインテーマになっている。

そのことを踏まえてそれぞれの道具を見直した時に、遊び道具としての仕掛けや水平なところで静止する仕掛け、バランスをとる仕掛けが隠されている

ことに気付き、日常と自然界に潜む原理がつながるきっかけが出来ることをねらいとしている。

3. 小学校教員を希望する学生へ授業をすることに対して

「てこ」の内容は現行では義務教育である小中理科を通して小学校6年生でのみ扱う内容である。扱う内容は小学校学習指導要領によれば「てこの規則性」として「てこを使い、力の加わる位置や大きさを変えて、てこの仕組みや働きを調べ、てこの規則

性についての考えをもつことができるようにする。」となっており、将来教えるべき教師側からの「てこ」に対する理解が必要不可欠である。しかし小学校の理科教材として使用している天秤や上皿天秤は重さが同じときに水平になるように工夫されている器具であり、本来の水平になることと釣り合うことの意味の違いを理解できていない可能性があるため、広く「てこ」の本質を知ってほしいという願いも含めて、小学校教員を希望する学生に試行的に授業を行ったのである。

指導案の概要及び正答率の結果

実施日2014年9月29日

対象：A大学 小学校教員希望者 大学1年10名

小学校教員希望者 大学3年12名

ねらい

「同じ重さのおもりを中心から等距離に吊るしても水平にならない」といった、「私たちの中にある当たり前」からずれた実験結果を提示することによって、常識を問い直し、観察と実験を通じて道具の中に潜む原理を発見することをねらいとしている。

※【 】内は小学校教員希望者合計数（22名）の正答率である。

教師の活動	学生の活動と正答率
<p>中心から両方向に、水平のところに同じ重さのおもりを吊るせる棒を用意する。</p>  <p>1-1 「同じ重さのおもりを違う距離に吊るすと？」 結果 中心から遠い方に傾く。</p> <p>1-2 「(水平の状態で) 同じ距離のところに吊るすと？」 結果 水平のまま。</p>	<p>学生の活動と正答率</p> <p>「中心から遠い方に傾くだろう。」【正答率 91% 20名】</p> <p>「水平になるだろう。」</p>

1-3 「傾けた状態で手を離すと棒はようになるだろう？」



結果 エ そのまま静止する。

「棒・天秤・ヤジロベエで共通すること、違うことはどんなことだろう？」

同じ重さの場合、天秤は水平になり、ヤジロベエはバランスをとって静止する。共通点はどこにあるのだろうか？

この問いが本授業のメインテーマになる。

2-1 ヤジロベエをつくってみよう！

2-2 ヤジロベエの観察

「全てのヤジロベエに共通することは何だろう？」

「どこでヤジロベエは止まっているのか？」

「同じ重さのおもりを、中心からの距離が同じところに吊ると棒は水平になる。」 【正答率 91% 20名】

- ア シーソーのようになって水平になる。 【12名】
 - イ もっと傾く。 【5名】
 - ウ 反対方向に傾く。 【2名】
 - エ そのまま静止する。 【2名】
- (正解) はエ 【正答率 9% 2名】

共通すること

「・・・・？」

違うこと

「同じ重さの場合、天秤は水平になり、ヤジロベエはバランスをとって静止すること」

アルミ棒・おもりを用意する。

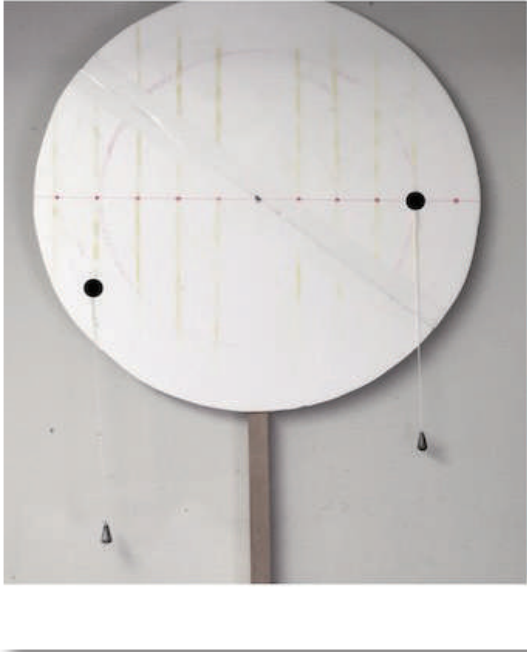
条件を（両端を同じおもりにして）揃える。

「バランスをとって止まる。」

「支点の位置より下におもりがある。」

「・・・・？」

3-1 中心を固定した円盤におもりを任意の点に吊るす実験



「二つのおもりを順番に吊るす時、円盤が動かない（静止したままの）点はどのような場所だろう？」
→中心から水平距離が等しい二点で静止する。

「ヤジロベエをもう一度よく見てみよう！」

3-2 「支点より下におもりをつるす時、どのようなことがおこっているのか？」

黒板に、頂点を支点・他の二点をおもりをつるす点（作用点）として考えた二等辺三角形を重ねて提示する。

「この二等辺三角形が右に傾くと中心からの水平距離はどう変化するだろう・・・？」

「始めに使った棒の場合はどうだろう・・・？」

3-3 まとめ

天秤・ヤジロベエ・棒に共通することは？

→左右のおもりが、中心からの水平距離が等しいところにあるときに静止する。

円盤のいろいろな位置（点）におもりを吊るしてみる。

「中心から水平距離が同じところで静止している。」

「ヤジロベエも中心から水平距離が同じところで静止している。」

「右の方が水平距離は短くなる。」
→だから等しくなるようにバランスをとる。

「どのように傾いても、水平距離は変化せず等しい。」
→だからどこでも静止することがわかる。

「うでの長さ×おもりの重さが等しいとき水平になる」ではなく、中心からの水平距離×おもりの重さが等しいとき静止する（力はつりあう）ことに納得する。

4. 授業を受けた大学生の反応と授業者の感想

過去に習って知っているはずの「当たり前」を角度を変えて問い直されると、戸惑ってしまうことが大人を含め多くの人にはある。小学校の教員を目指す大学生を中心としたクラスで授業を行ったが、彼らにもそれがあてはまり、新鮮に映ったようである。

そのことを端的に示す例として、上の展開に載せたデータの【 】内の数字を挙げることができる。両側に同じ重さのおもりをつるす場合、棒の中心からの「腕の長さ」が長いほど、棒を傾ける力（おもりをつるす糸の長さによらず）大きくなることを確認する問題では91%の学生が正答を選んだ。それに対して、中心から等距離のところに重りをつるし、棒を傾けたところで手を離すと棒はどうなるか、という問題では水平に戻るが55%、もっと傾くが23%、傾いたままが9%・反動で左に傾くが9%となった（正答は傾いたまま）。また授業終盤の「固定した円盤におもりを吊るす実験」を行うことでシーソー、天秤、ヤジロベエに共通性が存在することをはじめて知った学生は全員納得し、本授業で意図したことをまとめることができた。

5. 授業者の意図

この授業プランは従来のカリキュラムから離れて、試行的に大学生に行ったものであり、中学生・高校生対象にはまだ行っておらず課題も多くある。しかし一方で、「同じ重さのものを、中心から等距離に吊ると棒は水平になる」「『水平になる』と『つり合う』は同じこと」という感覚的な解釈を、観察することで問い直し、作業をしながら試すことによって新しい理解が生まれるという点、サイエンスと日常を橋渡しする点においては意味がある実践で、今後さらに検討される価値のあるものと思われる。

知識が子どもの中に、後付けに積み重なっていくのではなく、自分を通して「知っている」ことが一度「裏切られ倒壊され新しく形成される」ような経験はその人自身を形成するという教育観に基づき、この授業は設計されたものである。

6. 今後の課題

(1) 小学校の「てこの規則性」と中・高の「力のつり合い」の統一的な概念理解の必要性について

現行の『小学校学習指導要領解説 理科編』には、「てこの規則性」の指導事項として、「水平につり合った棒の支点から等距離に物をつるして棒が水平になったとき、物の重さは等しいこと。」とあり、それにならった形で教科書にも「てこが水平につり合うときのきまり」が挙げられており、

水平になる = つり合う

といった認識が生まれることが予想される。しかしこの結果はある条件を満たした道具によってだけ得られるものであり、中学校段階に入り「物体の運動を変化させるはたらきが打ち消しあって静止している状態=力がつり合っている」という新しい概念を学ぶ生徒は、「同じ重さのおもりを支点から等距離に吊るしても水平にならない」といった事実と、しかもそれをもって「つり合っている」とする概念をめぐり混乱をまねくことが予想される。このような混乱を今後どのように解消していけるのかが課題である。

(2) 力のつり合いと天秤を合わせた授業は実際にどのように実践していけばよいのか

中・高校生を対象にこの授業を行うことを想定した場合、大学生と同じ反応が予測されるが、さらに中高生固有の問題もあると思われる。例えば中学生で力のつり合いを学習するときに水平にばねを引っ張りあうような実験だけではなく、今回のような天秤の実験も用いるなど水平とつり合いの概念の再構成を促す必要があるかもしれない。どのようなタイミングで天秤を用いるべきなのか、上皿天秤の理解も扱う必要があるのか等について今後検討し授業設計をしていきたい。

参考文献

- ・日本科学者会議・科学と教育研究委員会編『自然科学と教育』（創風社）2001年。
- ・小学校学習指導要領解説 理科編（大日本図書）、文

- 部科学省2008年.
- ・中学校学習指導要領解説 理科編 (大日本図書)、文部科学省2008年.
- ・新しい理科 小学校6年生 教師用指導書指導編 (朱書) (東京書籍) 2010年.
- ・わくわく理科6 指導書第二部詳説要点編 (啓林館) 2011年.
- ・小学校理科 授業で使える全単元・全時間の学習カード6年 (東洋館出版社)、村山哲哉 (編) 2012年.
- ・小学校理科 板書で見る全単元・全時間の授業のすべて6年 (東洋館出版社)、村山哲哉・日置光久 (編) 2011年.
- (ごとう みき) 自由の森学園中学・高等学校
- (すずき てつや) 東京未来大学