

理科×ものづくり教材：化学的ピタゴラ装置の製作と教育効果の検証

○中村 美紗, 志摩 幸弥, 高倉 つばさ

○Misa NAKAMURA, Koya SHIMA, Tsubasa TAKAKURA

久留米工業大学工学部教育創造工学科

【キーワード】 理科教育, 教員養成, ものづくり, ピタゴラ装置, 化学実験

1. はじめに

本大学入学者に対し, 化学の基礎知識を問うプレテストを実施している. 成績格差や低学力層の存在はもとより, 15 分の解答時間にさえ集中できず白紙提出する学生が多々見られることが深刻な問題である. このような学生の特性として, 高校理科の履修科目数が少ないこと¹, 勉強習慣のなさ, 将来に対する目的意識の欠如などが挙げられる.

NHK 教育テレビで 2002 年より放送されている「ピタゴラスイッチ」はこどもの考え方を刺激し, スイッチとなる幼児向けの教育番組である². 特に「ピタゴラ装置」は見ているうちにいつしか大人も画面にひきつけられ, 連鎖する運動を目で追わずにはいられない人間の動物的本能を呼び覚まし, 科学的探究心を刺激して養っているように思われ, 「考えるきっかけ」を与える方法論としてすこぶる有効である.

2. 研究の目的, 内容, および方法

教育創造工学科はものづくりのできる理数系教員を目指す教員養成課程の学科である. 学生が将来教員となり, こどもに様々な体験を与えられるようにするためには彼ら自身にやってみようと思わせることが必要である. そこで, 考えるスイッチに「ピタゴラ装置」を雛型とした連鎖反応を用いることにした. 従来の装置は力学的な運動の連鎖で構成されるが, その中に化学反応を取り入れて構成した装置 (以降, 化学的ピタゴラ装置とよぶ) を製作する. 教員志

望の学生と製作することにより, 創造・想像力を豊富に持った理科教員の養成を行うことを目的とした.

化学的ピタゴラ装置計画は 2 つの段階から構成した. 1) 装置の製作: 要素の作成, つなぎの作成, 装置の組み立てを行った. 2) 装置の公開: 動画や展示実演による公開を行った.

1) 化学的ピタゴラ装置は「要素」と「つなぎ」から構成し, 「要素」には印象に残りやすい化学的および物理学的な反応を取り入れた. 「つなぎ」には要素から要素へ反応や運動を伝える役割を持たせ, 球体の運動を取り入れた. 作成した要素とつなぎを接続し, ひとつの連鎖的な装置を製作した.

2) 本装置の公開は動画で行った. 製作した装置は成功率や精度の問題があり, 運動の速さや反応の種類からも動画撮影が必要であった. さらに, インターネットでの公開も行った.

3. 結果

要素には変化がわかりやすいことを重視して候補を選定し, 次に挙げる予備実験を行った. <化学的要素>・溶液の呈色反応 (アンモニアの噴水, 信号反応)・炎色反応・ボルタ電池・フィルムケース電池・メントスガイザー <物理学的要素>・リニアモーター・ペットボトルカー・ループコースター・ガウスの加速器・結晶格子パズル

このうち反応の安定性や安全性から適した反応を要素として採用し, つなぎと接続してひ

とつの装置として組み立てた。装置の概略と進行順は図1のとおりである。

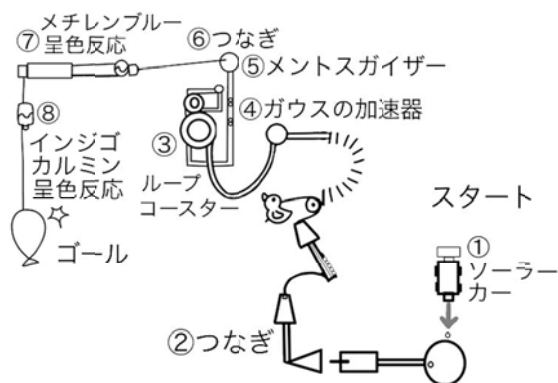


図1 化学的ピタゴラ装置の概略

- ①ペットボトルソーラーカー②つなぎ
③ループコースター④ガウスの加速器
⑤メントスガイザー⑥つなぎ⑦メチレンブルー
溶液呈色反応⑧インジゴカルミン溶液呈色反応

装置を移動し、動画を撮影して公開した。要素①から⑧に至るすべての反応が連鎖するのにおよそ500回の稼動が必要であった。さらに、500回の間につなぎの耐久性の問題や接続不具合などがつぎつぎと発生し、その改修にのべ60時間を費やした。

被験者の前で撮影動画を公開したところ、歓声や拍手が聞かれ、公開後に多くの感想を得た。(被験者：大学生、高校生、大学教員)

さらに、本学ホームページおよびインターネット動画公開サイト YouTube の本学チャンネルに公開した。

4. 考察

要素の候補として予備実験を13ケ行い、装置にはそのうち6ケの要素を組み込むことができたが、化学反応はわずか3ケしか採用できなかった。予備実験の結果、溶液の呈色反応や炎色反応はいずれも安全性と安定性の両立が課題となった。今回の装置で採用した溶液の呈色反応には溶液の攪拌が必要であり、自動で攪拌される仕組みとして、溶液を封入した容器を回転や衝突させて攪拌する力学的な方法に寄ってし

まった。さらに、そのために運動の速度が大きくなり、呈色に必要な反応時間を確保することが難しく、呈色反応である分かりやすさを犠牲にする結果となった。被験者の感想に化学的要素が多数上がるようにするためには、色や形の変化などの化学反応らしさが際立つように、化学的要素を基準に装置を設計する必要がある。

また、装置全体の成功率は1%未満であり、現段階では実演公開は不可能である。まずは化学的要素とその前後のつなぎの単位での実演から始めて、それをいくつかつなぎ合わせることであれば、あるいは成功率100%のピタゴラ装置を実演公開できるかもしれない。被験者の記憶に残る、興味をもってもらうには動画よりも実演による体験が有効である。

5. 結論

化学的、物理学的要素とつなぎを複数連鎖させてひとつのピタゴラ装置を作成することができた。装置は動画により公開できたが、実演するには至らなかった。予備実験を様々な角度や方法で実施して要素の選定から見直し、装置の改良や動画の撮影方法、編集の工夫、機材の充実を計り、実演公開につなげていく。

次の目標として、小中学生に装置を観察させること、教員となった本学学生が小中学生と一緒に装置を作成し、「理科離れ」を解消する理科教材に発展させることを掲げる。

6. おわりに

装置の改良を行い、今後の目標を達するため継続して研究を進めていく。なお本研究は平成27年度よりJSPS科学技術研究費5K16250の助成を受けるものである。

引用・参考文献

- [1] 巨海玄道. 久留米工業大学研究報告, 35(2012)37.
- [2] NHK エデュケーション. ピタゴラ装置 DVDブック①, 小学館, (2006).