

力のイメージを育てる力表示器「Fi-Cube」の開発（3）

—新アルゴリズムの採用による汎用性の向上—

宇都宮大学教育学部
宇都宮大学大学院教育学研究科

伊東 明彦 渡邊 晴香
古平 暁子 鈴木 葉子

1 はじめに

力は目で見ることができない抽象的な概念である。我々は、力を可視化することによって生徒の力概念の獲得を支援することを目指し、力表示器「Fi-Cube」を開発し、その有効性について検討してきた。

今回、内部の処理アルゴリズムを変更することによって、さらに使いやすく理解しやすい装置を実現することができたので、ワークショップにて紹介する。実際に手にとって「Fi-Cube」の有効性を実感していただきたい。

2 Fi-Cube の概要

「Fi-Cube」は、内部に搭載された加速度センサーにより計測した加速度を用いて、本器に働く力を LED で表示する装置である（図 1）。箱の側面と上面に付けられた LED によって、力の方向と大きさを 3 次元的に表すことができる。

例えば、「Fi-Cube」を静止した床面に置くと、縦に並んだ 10 個の LED が、中心から上に向かって 4 つ、下に向かって 4 つ点灯する。これらの光は、それぞれ垂直抗力と重力を表す。また、「Fi-Cube」に前後左右から力を加え加速すると、その方向に光が伸び、力が働いたことを表示することができる。

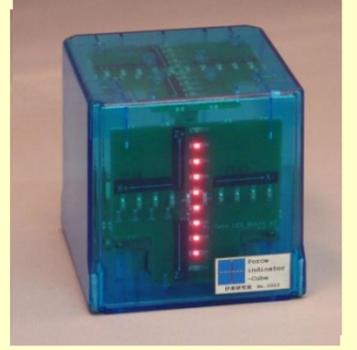


図 1. 「Fi-Cube」

3 Fi-Cube の原理および改良点

図 2 は、「Fi-Cube」のデータ処理の流れを表している。まず、3次元デジタル加速度センサーで x, y, z 方向の加速度を計測する。そのデータを PIC で処理し、LED の点灯を制御している。

ここで強調したいことは、計測した加速度をそのまま表示しただけでは、力と運動の関係を教えるための教材とはならないという点である。例えば、加速度センサーの出力をそのまま表示しても、重力を適切に表示することができない。

そのため、「Fi-Cube」では、重力を表示するための人為的な工夫を施している。従来の「Fi-Cube」においては、重力を表示するために「Fi-Cube」の使用法にいくつかの制約を設ける必要があった。具体的には、z 軸方向に加速度運動させてはならない、自由落下運動をさせるときには x 軸を垂直にして行うこと、などであった。

今回、PIC の処理アルゴリズムを変更し、加速度センサーの長時間平均を用いて重力表示を、短時間平均を用いてその他の力の表示を行うようにした。この変更により、上述の使用上の制約をほぼ取り除くことに成功した。これによって、授業等で余計な説明をする手間が省け、使い勝手が格段に向上したものと考えられる。

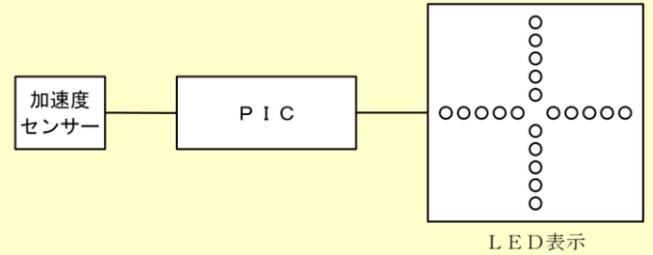


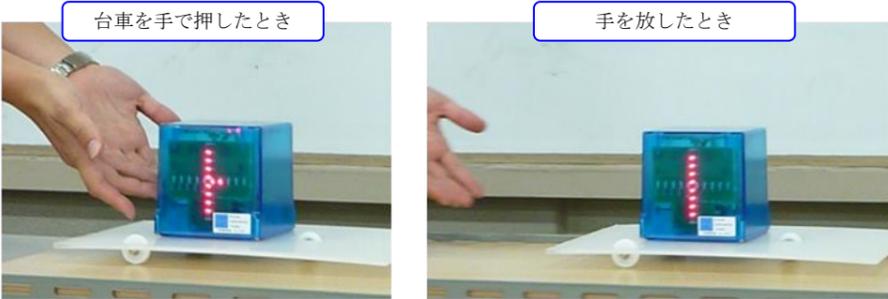
図 2. 「Fi-Cube」のデータ処理の流れ

4 「Fi-Cube」の使用例

「Fi-Cube」は、静止している場合のみではなく、運動しているときにも働く力を表示することができる。ここでは、「Fi-Cube」の 4 つの使用例を紹介する。

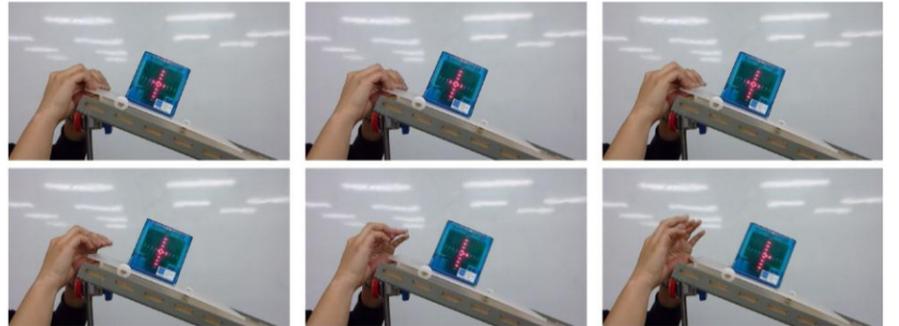
(1) 等速直線運動

「Fi-Cube」を台車に乗せ、台車を等速直線運動させると、手で台車を押している間は進行方向に力が働くが、手を放した後は垂直抗力と重力のみが働くこと、すなわち、「慣性の法則」が成り立っていることを視覚的に示すことができる。



(2) 斜面を走る運動

「Fi-Cube」を乗せた台車を斜面に置き手で支えると、手が台車を支える力や斜面下方向への力が表示される。手を台車から放すと、手が台車を支える力が消え、斜面下方向の力が働き続けることを確認できる。



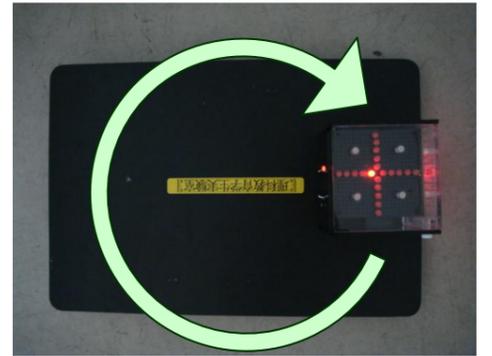
(3) 自由落下運動

「Fi-Cube」を自由落下させると、右図に示すように垂直抗力が消え、重力のみが働く様子を観察することができる。



(4) 回転運動

「Fi-Cube」を回転運動させると、右図に示すように向心力が働く様子を見ることができる。



5 おわりに 授業実践における効果の検証実験—協力の依頼

「Fi-Cube」はまだ市販されていないので、入手することは困難です。しかし、宇都宮大学では「Fi-Cube」の試作を担当した株式会社計測技研と栃木県の協力を得て、現在新たに 500~1,000 台の「Fi-Cube」を制作し、授業における効果を検証するための実践的研究を計画しています。この研究では、約 100 校の中学校・高校に「Fi-Cube」を 10 台ずつ無償で配布し、実際に授業で使ってもらうことによって、力と運動に関する学習に及ぼす「Fi-Cube」効果を検証することを狙っています。詳細は検討中ですが、2011 年 4 月には「Fi-Cube」を配布できる予定です。

現在、そのための協力校を全国から募集しています。興味を持たれた方は、ito@cc.utsunomiya-u.ac.jp, までメールにてその旨ご連絡ください。研究の具体的な内容や協力依頼内容についてご説明いたします。

(2010 年 8 月 8 日 於 山梨大学)