

# 力のイメージを育てる力表示器「Fi-Cube」

—量産型の開発と研究協力者の募集—

宇都宮大学教育学部  
宇都宮大学大学院教育学研究科  
株式会社計測技研

伊東 明彦  
古平 暁子  
慶野 利幸

## 1 はじめに

力は目で見る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。「Fi-Cube」は、内部に搭載された加速度センサーに加速度を計測し、本器に働く力を LED で表示する装置である。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 次的に表すことができる。

今回、量産を視野に入れていくつかの改良を施したタイプ IV を製作した。「Fi-Cube」実際に手にとって、その有効性を実感していただきたい。その上で、「Fi-Cube」の効果的な利用法を検討するための実践的な研究にぜひご協力いただきたい。

## 2 「Fi-Cube」の概要および改良点

「Fi-Cube」の表面には力の方向と向きを表すための LED が筐体の側面と上面に取り付けられている。これによって、「Fi-Cube」に働く力を 3 次的に表すことができる (図 1)。例えば、「Fi-Cube」を静止した床面に置くと、中心から上に向かって 4 つ、下に向かって 4 つの LED が点灯する。「Fi-Cube」を傾けると、図 2 のように、垂直軸 (Z 軸) と直行する方向にも力が働く様子を示すことができる。

「Fi-Cube」の独創的な点は、重力を表示するための工夫を施している点である。加速度センサーの出力をそのまま表示しても重力を表示することはできない。Fi-Cube では、加速度センサーの長時間平均と短時間平均を計算することにより、この難点をソフト的に解決している。

量産型タイプ IV の開発に際しては、次のような改良を行った。

- 1) 大量生産を視野に入れた改良を行うため筐体の金型を試作した。金型製作には栃木県の補助金をいただいた。これによって、最もコストの高い筐体を比較的安価に提供していくめどが立った。
- 2) 筐体をより堅牢なポリカーボネート樹脂製とした。出来上がった筐体については、1.5m の高さからの落下実験を行い、異常がないことを確認した。同時に筐体の色をやや薄くしたので、LED の視認性が大幅に改善された。
- 3) 力を表す LED の配置を適正化するとともに、力の始点を表す白い LED を中心に配置した。これによって、瞬間的な現象に対してもどちら向きに力が働いたのかを視認し易くすることができた。
- 4) 量産に備えて加速度センサをより入手しやすく、かつ、過負荷に対して余裕の大きなものに変更した。

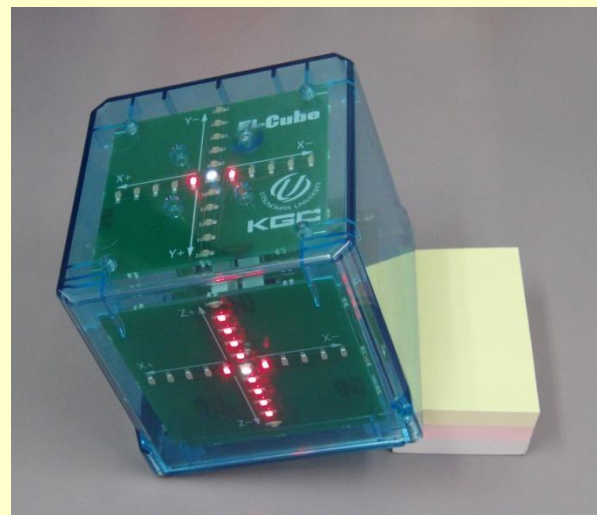


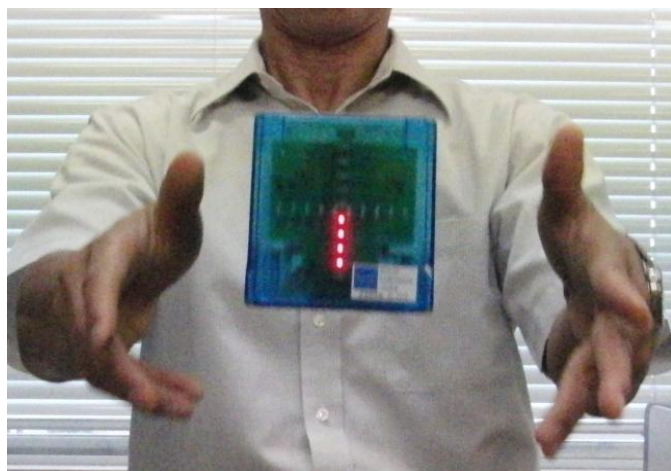
図 1. 「Fi-Cube」タイプ IV

## 3 「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」の代表的な使用例を紹介する。

### (1) 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。

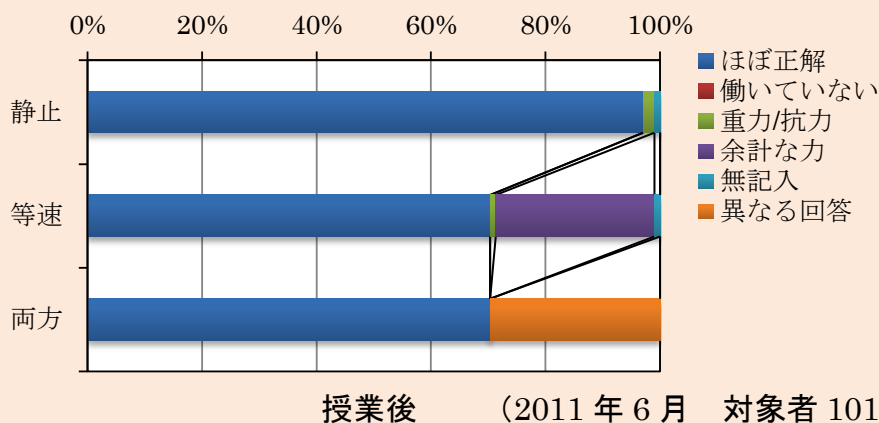
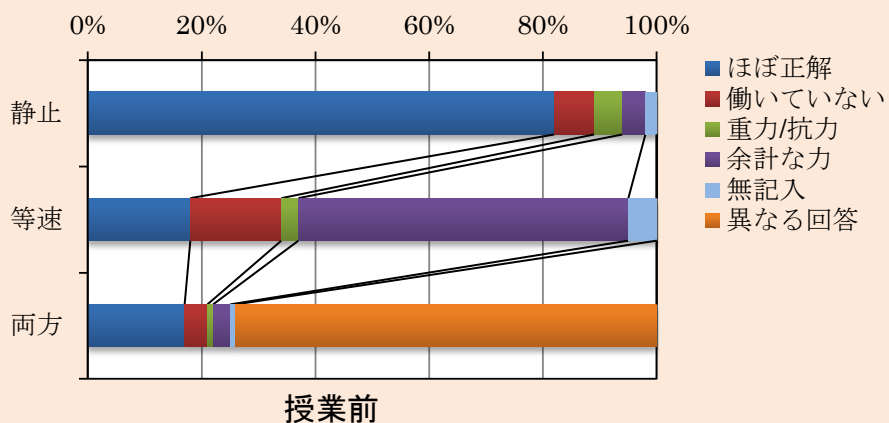


### (2) 等速直線運動

「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。



## 4 授業前、授業後の「慣性の法則」に関する問題の正答率の変化



## 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

現在、全国の中学校、高等学校に合計 300 台の「Fi-Cube」タイプ IV を貸出し、授業で実際に使ってもらおうという実践定研究が進行中である。これまでに約 20 か所に貸し出しを行っている。全国から募集しています。貸し出す台数にはまだ余裕があるので、希望する方、興味を持たれた方は、伊東までメールにてその旨をご連絡いただきたい (ito@cc.utsunomiya-u.ac.jp)。また、「Fi-Cube」の詳細については、Web サイト <http://rikyoa.sci.utsunomiya-u.ac.jp/Fi-Cube/> を参照されたい。