

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 27 日現在

機関番号：12501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2012～2015

課題番号：24650516

研究課題名(和文)日常生活に科学リテラシーを生かす教材の開発と実践ー跳び箱の恐怖心をなくすー

研究課題名(英文)The application of science to everyday life, - development of demonstration equipment to show the relation between Newton's law of inertia and the vaulting tobibako (vaulting box) in gym class-

研究代表者

林 英子 (HAYASHI, Hideko)

千葉大学・教育学部・准教授

研究者番号：40218590

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,700,000円

研究成果の概要(和文)：動いている電車の中で、ものを真上に投げ上げると同じ位置に戻ることは、日常生活で体験している現象である。この運動のイメージが、跳び箱運動の助走と踏切の過程と類似であることに気がつき、跳び箱を跳ぶ際に役立てることができるか調査をおこなった。跳び箱大の机をくぐりながらボール打ち上げる装置を作成して演示し、また、走る台車から生徒・児童がボールを投げ上げる活動等を通して、運動のイメージを体験的に認識した。その結果、中学生では約4割、小学生では半数以上が、跳び箱が以前よりうまく跳べたと回答し、正の効果が見られた。

研究成果の概要(英文)：In everyday life, we usually have some experiences related to science. For example, when you jump or through an object straight up inside the train moving at a constant speed, you and the object land in the same position. I made a research whether or not to imagine that experience can increase the skill of vaulting over a tobibako (vaulting box) in the gym class. After observing the demonstration of Newton's law of inertia, half of the children felt getting easy to vault over a tobibako.

研究分野：理科教育

キーワード：日常生活における理科 跳び箱運動 慣性の法則 サイエンスリテラシー

1. 研究開始当初の背景

日常生活は、自然の法則で成り立っているが、実際にはそれを認識していないことが多い。国立教育政策研究所の平成13年度の小中学校教育課程実施状況調査¹⁾において「<理科>を勉強すれば、私のふだんの生活や社会に出て役立つ」の質問に対しての肯定率は、中学校3年生では成績上位の生徒では49%、下位の生徒では約25%となっている。国語、社会、数学(算数)と比較して、理科は、小学校5年生から中学校3年生までのどの学年においても一番低い肯定率である。身の回りで起きている現象を、当たり前のこととして受け流してしまっていることが、理科が役立たないと言う認識につながるのではないだろうか。

跳び箱は技能差の激しい運動であると言われ、跳び箱の苦手な人間は少なくない。助走し、その勢いを残したまま上方にジャンプするが、跳び箱の苦手な人間は、迫り来る跳び箱への恐怖心から減速してしまい跳ぶことができない。運動指導を通しての跳び箱の指導は行われているが、学校レベルで、理科的視点から運動の法則を用いた指導の報告はほとんど見当たらない。本研究代表者は、慣性の法則の一つの例として、等速直線運動をする台車からの鉛直打ち上げを高校の物理で学んで以来、助走と上に飛び跳ねることは別の運動であることを小学校の時に認識していたならば、恐怖心に打ち勝ち上にジャンプすることに集中出来たものかと考えてきた。

慣性の法則は幼少期から電車内で飛び跳ねても移動しないことなどで体験している科学リテラシーである。しかし、小学生や中学生がこの体験を跳び箱に生かせると発想することはほとんど無いと考えられる。実際の跳び箱規模の演示器具を作成し視覚的に演示することで、投げ上げ運動と慣性の法則を学ぶ前の段階でも、実感を伴った科学リテラシーの認識を持ち、運動において精神面から生かすことができるのではないかということがこの研究の背景である。

2. 研究の目的

(1) 科学リテラシーの一つである慣性の法則が、日常生活においてどの程度体験さされているか、また、その体験と跳び箱運動との関連についての認識について調査すること。

(2) 慣性の法則の実感を持った視覚的認識のための実寸大演示装置を作成し、その観察やその他の体験等を通して慣性の法則による運動のイメージ認識することで、跳び箱の開脚跳びの能力の向上に意識の面で活かせるか検証すること。

3. 研究の方法

(1) 跳び箱運動と同程度の走行速度を持ち、同規模の打ち上げができる実寸大演示装置

を作成した。

(2) 日常生活での慣性の法則の体験を、どの程度認識しているか調査した。また、日常での体験と跳び箱運動との関連を想像することができるか、アンケート方式で調査した。この調査は、大学院生、大学生、中学生、および、小学生についておこなった。

(3) 跳び箱を開脚跳びで跳ぶ際に、慣性の法則の体験・観察による認識が効果を及ぼすか調査した。慣性の法則の体験・観察として、動く台車に座ってのボール投げ上げの体験、実寸大演示装置の観察、および、既存の映像教材による運動の軌跡の観察、をおこなった。体験・観察の前と後に跳び箱の開脚跳びをおこない、前後の意識変化をアンケート調査した。この調査は、中学生および小学生についておこなった。

4. 研究成果

(1) 実寸大慣性の法則演示器具の作成

跳び箱と同様の長さの机の下を、跳び箱運動の助走速度とほぼ同程度の速度でくぐりながら、ボールを打ち上げる装置を作成した。3つの装置を作成し、2号機と3号機は跳び箱の長さを超える打ち上げに成功し、演示用に用いることができた。

1号機(写真1)は試作したりモコン制御の自走式打ち上げ装置であるが、暴走時の安全対策などのため十分な走行速度が得られず、自走式については断念した。2号機(写真2)からは、手動の牽引式の走行とし、既報²⁾から改良し、木製の角形椅子をと強力バネ用い、打ち上げのためのボールの固定解除に工夫を行った。2号機が机(長さ120cm、高



写真1 1号機



写真2 2号機



写真3 2号機によるボール打ち上げ

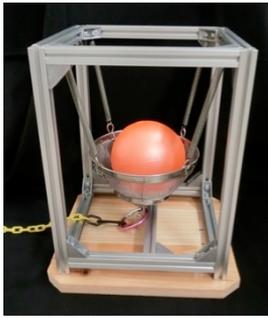


写真4 3号機
中心から左側に出ているものは、ボール固定解除(発射)のための鎖

さ74 cm)の下をくぐりながら、打ち上げたボールの軌跡を写真3に示す。

中学校での演示は、2号機を用いておこなった。さらに、装置の耐久性やボールの解除法において装置に改良を加えた3号機(写真4)を作成し、小学校での演示に用いた。

2号機,3号機は、小型ながら、跳び箱の長さを超える打ち上げをする演示装置として、学校現場でも作成できるものである。高校物理での慣性の法則の学習においても、インパクトのある演示器具としての今後の活用が期待できる。

(2) 慣性の法則の日常生活での体験の調査

日常生活での慣性の法則として、走行する電車の中でのものを真上に投げたこと、および、ジャンプの経験の有無について調査した。図1に中学生について、図2に大学生についての調査結果を示す。日常生活で経験している割合は、大学生でも半数に満たないことがわかった。このことは、日常生活で体験している理科が関係する現象に注意が向いておらず、理科の学習がふだんの生活で役に立つとの回答が低い教科であることと対応していると考えられる。

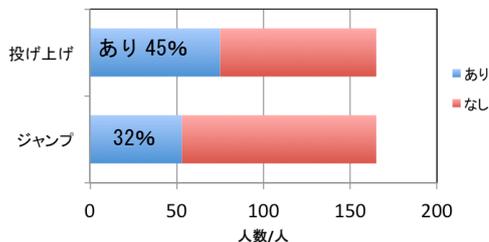


図1 慣性の法則の体験の有無(中学生)

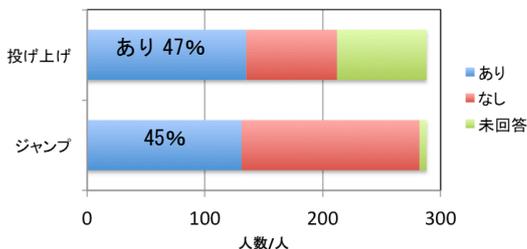


図2 慣性の法則の体験の有無(大学生)

(3) 慣性の法則の体験・観察が跳び箱運動に及ぼす効果

慣性の法則の体験・観察としては、大学生の補助者が押す台車に児童が座ってボール投げ上げ体験、実寸大演示装置の観察、および、既存の映像教材による等速で走行している状態での投げ上げ運動の軌跡の観

察をおこなった。体験・観察の前と後に跳び箱を開脚跳びし、前後の意識変化をアンケート調査した。

① 中学生に対する効果

約160名の中学3年生について、3つの体験・観察の後に、これらの体験が跳び箱を跳ぶときに活かせるか5点満点で調査した。結果を図3に示す。いずれの体験についても肯定的な回答となった。事前調査では、慣性の法則を思い浮かべることが、跳び箱運動に活かされると答えた人数の割合が30%程度であったが、体験・観察を通してイメージを明確化することで、肯定的な回答が増加したものと考えられる。また、実寸大の打ち上げ装置の観察がわずかに高い結果となった。跳び箱運動の助走速度やジャンプの大きさに近い打ち上げの演示であったことの効果であると考えられる。

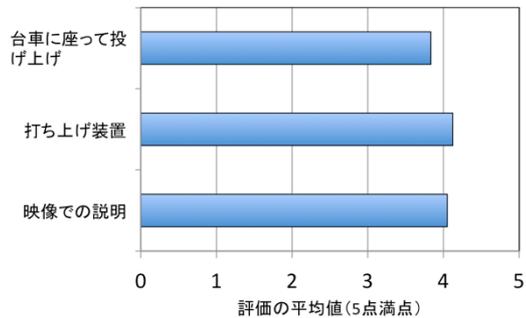


図3 体験・観察が跳び箱に活かせるか

体験・観察の後に開脚跳びをおこない、体験・観察の前にくらべてうまく跳べたかどうか意識調査したところ、全体の38%が今までよりうまく跳べたと答えた。図4には跳び箱が得意な生徒と不得意な生徒に分けて結果を示す。跳び箱が得意と答えた生徒(53名)の50%が体験・観察前よりもうまく跳べたと答え、不得意と答えた生徒(106名)では約30%であった。得意な生徒に対して、より向上させる効果が現れた。

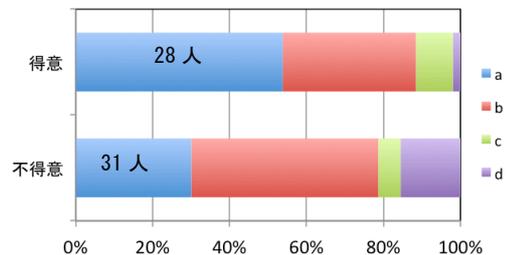


図4 授業の初めよりもうまく跳べたか
a:うまく跳べた, b:変わらなかった, c:うまく跳べなかった, d:何回かやればうまいきそう

中学校では、跳び箱を跳ぶ授業の前の理科の授業において、高校学習事項であるが投げ上げ運動についての学習をおこなった。跳び箱を跳んだ授業の後に、理科の知識は体育に役立つか問うたところ5点満点で4.2点であり、役立つことに対して肯定的な回答が得ら

れた。

② 小学生に対する効果

小学校では5年生40名に対して調査をおこなった。

最初に跳び箱を開脚跳びしてから3つの観察・体験をおこない、再び開脚跳びをした後に、3つの体験・観察は跳び箱と跳ぶときにイメージできたかを調査した。結果を図5に示す。打ち上げ装置の観察がイメージできたとの回答がほかのものよりわずかに多かった。実際に跳び箱を跳んでいるときには、跳び箱運動の助走と同程度の速さで走行する台車から、勢いよく打ち上げたボールが、跳び箱と同程度の長さの机を飛び越える打ち上げ装置の観察は、一番イメージが近く感じられたと考えられる。

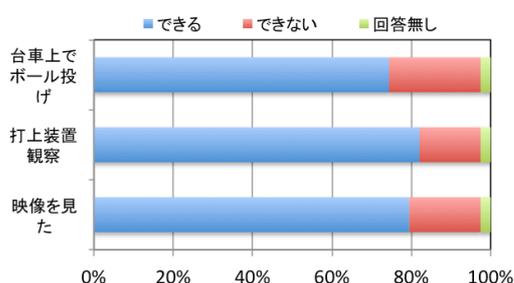


図5 跳び箱を跳ぶときにイメージできたか

体験・観察の後に跳び箱を跳んだときに、体験・観察の前にくらべてうまく跳べたかどうかの意識調査では、全体の57%が今までよりうまく跳べたと答えた。図6には得意な生徒と不得意な生徒に分けて結果を示す。跳び箱が得意と答えた生徒(23名)の内、61%が体験・観察前よりもうまく跳べたと答え、不得意と答えた生徒(12名)でもその50%がうまく跳べたと答えた。得意な生徒からより肯定的な回答が得られたのは中学校と同じ

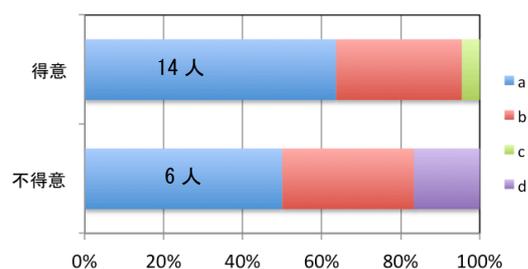


図6 授業の初めよりもうまく跳べたか
a:うまく跳べた, b:変わらなかった, c:うまく跳べなかった, d:何回かやればうまくいきそう

傾向であったが、中学校よりも全体的に体験・観察の正の効果が大きく出ている。

小学校では中学校に比べて跳び箱が得意であると答えた生徒が多かったこと、また、ボールの気持ちになって、走った勢いを遅くせずに、まっすぐ上にジャンプしてみようとの声かけに素直に反応したことが、効果が大きく出たことの要因であると考えられる。

小学校においては、慣性の法則の原理などは説明せず、体育の授業の終わりに高校の理科で学習する内容であると伝えるにとどめた。アンケートの感想欄には「前も気づいていましたが初めて具体的にやれました。」との記述もあり、小学生の段階でも日常と関連させて、慣性の法則を理科の教材として取り入れることも可能である。

身の回りの不思議に興味・関心を持つ早い時期に、日常生活で体験している事象について、観察・体験を通してイメージを明確化することは、理科が「ふだんの生活や社会に出て役立つ」の質問に対しての肯定率を上げることにもつながると考えられる。開発した教材が広く使われることが期待される。

<引用文献>

- ① 国立教育政策研究所教育課程研究センター, 「平成13年度小中学校教育課程実施状況調査データ分析に関する報告書」, 平成17年1月, pp.36~38.
- ② 愛知・岐阜物理サークル編著, いきいき物理わくわく実験 改訂版1, 日本評論社, 2002 p.35.

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計4件)

- ① 林 英子, 鶴島 規晃, 渡部 健, 日常生活に生きる理科 -小学生の跳び箱運動にボール投げ上げ運動のイメージは役立つか?, 千葉大学教育学部-附属学校園間連携研究成果報告書 平成27年度, 査読無, 2016, (印刷中).
- ② 林 英子, 日常生活に生きる理科~慣性の法則の実寸大モデルによる視覚化と跳び箱運動への活用の可能性~, 千葉大学教育学部研究紀要, 査読無, 第64巻, 2016, pp.433-439.
- ③ 林 英子, 高橋 博代, 日常生活に生きる理科 -慣性の法則のイメージを跳び箱運動に活かせるか-, 千葉大学教育学部-附属学校園間連携研究成果報告書 平成26年度, 査読無, 2015, pp.42-43.
- ④ 林 英子, 黒川 節子, 日常生活に生きる理科 -体育の跳び箱への活用の可能性をさぐる-, 千葉大学教育学部-附属学校園間連携研究成果報告書 平成24年度, 査読無, 2013, pp.43-44.

[学会発表] (計2件)

- ① 林 英子, 高橋 博代, 藤澤 隆次, 慣性の法則の観察・体験は跳び箱運動に活かせるか? 実寸大打ち上げ装置の観察効果, 日本理科教育学会第65回全国大会, 2015年8月2日, 京都教育大学(京都府, 京都市).
- ② 林 英子, 日常に生きる理科の知識 ~慣性の法則の跳び箱運動への活用の検討~, 日本理科教育学会第53回関東支部大会,

2014年12月6日,群馬大学(群馬県,前橋市).

6. 研究組織

(1) 研究代表者

林 英子 (HAYASHI Hideko)
千葉大学・教育学部・准教授
研究者番号：40218590