

小学校算数科「速さ」の指導改善を目的とした 動的な事象に関する認識調査分析

Recognition Survey Analysis of Physical Phenomenon
for the Purpose of Improving the Teaching of "Speed" in Elementary School Mathematics

津田 真秀*・黒田 恭史**

梅光学院大学子ども学部*・京都教育大学教育学部**

算数科指導における「速さ」の指導は、一様な物体の運動を題材に、公式を用いて「速さ」「時間」「距離」を計算によって求めることが中心である。「速さ」が刻一刻と変化するものであるという認識を育むためには、実際に目の前で動く物体なども題材として含める必要があると考えた。本研究では、算数科の「速さ」の指導を終えた小学校第5学年を対象に、動的な事象に関する認識調査を実施し、分析することで、その認識特性を解明することを目的とする。

キーワード：小学校算数科，速さ，認識調査

1. はじめに

小学校算数科における「速さ」の学習が、学習者にとって理解困難な学習内容の1つである要因として、時間と距離という「異種の2つの量で表される割合」として捉えられる側面が挙げられる。「速さ」の学習に限らず、割合に関わる学習の指導上の問題点として、芳沢 (2019) は、「は (速さ)・じ (時間)・き (距離)」「く (比べる量)・も (基にする量)・わ (割合)」という用語や図を用いた「やり方」を覚えて答えを当てるだけの教育・学習が蔓延していると指摘している。同じ割合であっても、日常生活において動く物体を見て「速い」「遅い」と表現し、判断するといった生活経験が身近な「速さ」においては、学習者の素朴な理解のもと、公式暗記に陥りがちな指導から脱却し、「速さ」という量の特性を踏まえた上での指導が求められている。

打開の方策として、黒田 (2010) は、小学校低・中学年からの「同距離異時間」「同時間異距離」「倍概念を活用した速さ比較」といった段階的な指導を提案している。どちらかの量をそろえることで比較可能であることと、「速さ」が「距離」÷「時間」で求めることで「大きい」数値を「速い」と決定づけることができることに対する意味理解は、「(人口)密度」や「濃度」にも関係する重要な捉え方である。加えて、視覚的・感覚的に捉えることが難しい「速さ」の学習においては、具体的な物体の動きを題材とした実践

が望ましい。田中ら (1986) は、速さは運動する物体の状態の量であるとする計量法や物理学の立場から、速さの量概念と量感覚を養成することの重要性を提言している一方、算数科の指導においては「動きのない指導資料によって、動きとしての量を理解させようとしている」とも問題提起している。実際、現行の教科書題材において「速さ」は、単位量あたりの考えが協調され (小原2021)、刻一刻と変化している「瞬間の速さ」ではなく、運動が一様で、時間と道のりが比例していることを過程している「平均の速さ」を指している (廣瀬2013)。

こうした現状を打破するべく、「動く物体」と「速さ」を関連付けた実践事例として、川上ら (2015) は「歩く」という動作をグラフ電卓と距離センサーを活用して視覚化した導入指導を提案し、小学校第6学年を対象に実施している。スピードを一定にしたり、途中で変えたりと、動作によって様々な傾きの直線がグラフ化し、条件とともに考察する学習活動を通して、現行の指導に組み込むことによる学習効果の可能性が示唆された。さらに、中村 (2016) は、Sphero SPRK Editionという教育ロボットを用いて、指定されたコースを指示するスピードで動作させるために時間と道のりの関係を捉えてプログラミングする活動を通して、速さの意味理解を促進する指導事例を提案している。双方の実践で共通する部分は、区間によって異なる速さとなるという変化を抽出することや、公式のあてはめに留まらない新たな「速さ」の指

導への可能性を示していることにある。算数・数学教育としての「速さ」に関わる困難性や指導上の課題を踏まえ、現行の指導に加え、動的な事象の解明も含めた学習活動を、先行研究の知見をもとに組み込むことが必要であると考えた。

そこで、本研究では、小学校算数科における「速さ」の指導の改善を目的とした、新たな指導法を模索するべく、「速さ」の単元学習を終えた小学校第5学年を対象に、「動く物体」と「速さ」の関係を問う認識調査を実施・分析することで、学習者の認識特性の解明を目指す。得られた知見をもとに、これまで指摘されてきた「速さ」に関わる諸課題について再提起し、指導法の改善に向けての方向性を示す。

2. 着想に至った経緯

現行の算数科指導において「速さ」は小学校第5学年段階で扱われ、動物が走る速さや自動車や列車などを題材に学習が進められていく。ここでは「速さ」「時間」「距離」のいずれかを求めるために、問題文から量を抽出して計算するという手順を踏む(時速・分速・秒速などの単位変換も含む)。その後、第6学年で比例を学習する際に、一定の時間ごとに同じ距離を進むという比例関係やグラフの形状・描画方法を学習する。さらに、中学校段階では、第6学年で扱った比例から一次関数の学習へと発展し、「速さ」を題材とした文章問題が登場することもある。

一方、理科指導に着目すると、小学校第5学年で扱う「ふりこ」では、重さやひもの長さといった変数に着目し、往復運動にかかる時間を測定して運動のきまりについての理解を深めている。ここでは「距離」「時間」を使った計算等は扱わずとも、往復の回数と時間の関係から、条件ごとに異なる「速さ」を捉えている。また、中学校理科では、打点タイマーを用いた物体の運動を時間ごとに記録する学習、高校の物理では物体の落下運動をはじめとする物理現象から、運動の向きや重力加速度などの条件を加味して方程式を立式する学習など、同じ「物体の動き」を題材としつつも分析手法や条件整理がより高度になっていく構成となっている。

つまり、小学校段階で算数科の学習内容として扱われる「速さ」は、算数・数学科の系統立った学習形態に組み込まれてはいるものの、題材の設定や求めた数値に対して言及することより、正確に量を抽出することや単位変換できることが重視されている。

本来、物体の運動を含めた動的な事象は、理科実験をはじめとする現実に起こる事象の解明に大きく関わる。算数・数学と理科との関連を踏まえ、整理すると、対象学年と発達段階に応じた認識特性を考慮することで、現行の算数科における「速さ」の学習に、物体の運動に伴う動的な事象の解明を目指した活動を入れ込む余地は十分にあると考えられる。また、ストップウォッチや巻き尺など、「速さ」を計算するための量を測定することができる算数科でも一般的に用いる道具に加え、速度計やスピードガンなど、「速さ」を直接測定することができる計測機器を積極的に導入することにより、リアルタイムで変化する「速さ」を簡易に抽出することも可能である。こうした活動は、その後の理数教育の基盤となる可能性も秘めつつ、現行の小学校算数科・理科の指導内容を大きく変えることなく取り入れることができると考えられる。

以上の着想のもと、まず、算数・理科の通常の単元学習を経験している学習者の実態を調査することにより、学習者の「速さ」に関する素朴な認識の特性の解明を試みる。その上で、学習者にとって「速さ」を効果的に理解できる教育実践を計画し、「速さ」を体感する学習と測定する学習を組み合わせることにより、通常の単元学習を終えた学習者の認識がどのように変容するのかを明らかにしたいと考えている。

3. 「速さ」に関する認識調査

3.1. 認識調査の概要

これまで述べた算数科における「速さ」の指導に関する問題点やその打開策を踏まえ、認識調査を実施する。なお、算数科の「速さ」については既習済みであり、調査時期は理科の「ふりこ」について学習している最中に実施することで、「速さ」と「身近な事象」を結びつけて考えるという認識特性の解明を試みるものとする。

3.2. 対象・日時・内容

対象：京都教育大学附属京都小中学校
小学校第5学年 B・C組 (59名)

日時：2022年11月22・24日 (15~20分程度)

内容：動く物体と速さに関する認識調査(プランコ)

設問1：(選択) 物体の速さの変化

設問2：(選択・記述) 速さと移動距離の関係

設問3：(選択・記述) 変数と速さの関係

設問4：適語補充問題

3.3. 調査結果全体

表 1 は認識調査における全設問中の選択式と記述式(適語補充)の内容と正答率を示したものである。なお、設問2と設問3においては、解答を選択した後、その理由について記述することを要求する内容となっている。以下では、設問の具体的な内容とともに、学習者の誤答傾向について分析結果を詳説する。

表 1：認識調査結果全体正答率 (N=59)

設問・型式	内容	正答率
設問1・選択	物体の速さの変化	42.4%
設問2・選択	速さと移動距離の関係	45.8%
設問3・選択	変数と速さの関係	81.4%
設問4・記述	適語補充問題	39.0%

3.3.1. 設問 1「物体の速さの変化」

図1は設問1の問題文と図で示された選択肢である。ブランコに乗っているという状況のもと、①~③の位置で最も速くなる場所を選択するという内容である。条件としては明文化していないが、図の矢印の通り、連続した運動を続けている前提での問いである。

正答は②で、ブランコがちょうど真下に来る位置を選択した反応率は42.4%であった。誤答の傾向として、①の反応率が37.3%、③の反応率が20.3%であることから、双方の反応率に差はあれど、運動する物体が本来であれば停止している状態(両端)を選択している学習者が半数以上を占めているということが明らかとなった。

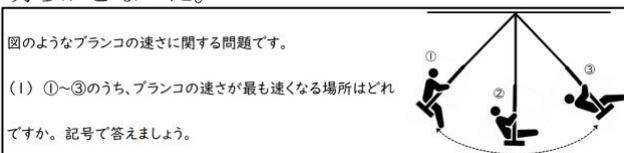


図 1：設問 1「物体の速さの変化」

3.3.2. 設問 2「速さと移動距離の関係」

図 2 は設問 1 で示した状況のもと、ブランコが動く際に等間隔 (0.1 秒ごと) で撮影した写真を重ねて正しい図を A~C から選択するという内容である。なお、問題では運動の方向は一方向としている。

正答は C で、両端の部分の間隔が狭く、真下に近づくにつれて感覚が広くなる図を選択した反応率は 45.8%であった。誤答の傾向として、A (C とは反対の間隔となっている図) の反応率が 18.6%で、B (全て等間隔となっている図) の反応率は 45.8%であった。誤答の半数近くが B を選択していることからブ

ランコの速さと同じ時間で進む距離について一定であると認識している可能性が考えられる。

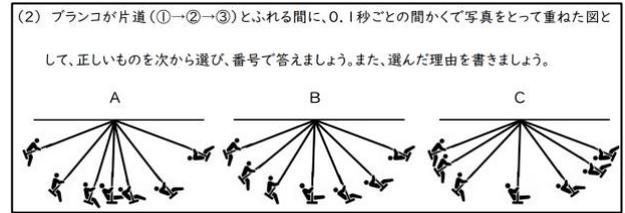


図 2：設問 2「速さと移動距離の関係」

3.3.3. 設問 3「変数と速さの関係」

図 3 は、設問 3 の状況と問いに対しての選択肢を示したものである。設問 1~2 と異なり、設問 3 では具体的に運動に関して「高さ」と「重さ」の条件を数値で明示化している状態である。D と E は重さを 30kg にそろえ、高さ(ブランコの運動開始時と真下に来た時の位置が基準) 50cm と 150cm となっている。また、D と F は重さが 30kg と 60kg となっていて、高さがそろっている状態です。運動開始時を左側とした場合、D~F のうち、ちょうど真下に来た時の速さが最も速いものを選択するという内容である。

正答は E で、最も高い位置から運動を開始している条件を選択できた反応率は 81.4%であった。設問 1・2 と比べると高い傾向にある。

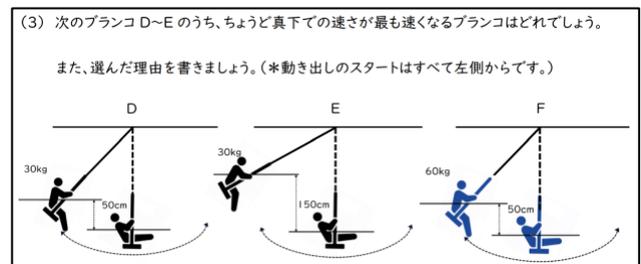


図 3：設問 3「変数と速さの関係」

3.3.4. 設問 3「変数と速さの関係」

図 4 は、これまでの設問 1~3 に関係する内容で、ブランコの位置(高い・低い)と速さの関係を空欄に補充する内容となっている。設問 1・2 では選択式のため、正しく言語を用いて物体の運動と速さの関係について理解できているかを確認する問題である。

正答は、最も「低い」位置が「速」くなり、もっと「高い」位置が「遅」になると解答したものである(順不同)。この設問の正答率は 39.0%であり、誤答の傾向としては、「高い位置で速く」「低い位置で遅く」のように正答と反対の内容で解答しているものや、「前」「後ろ」のように、物体が連続して両端まで移動して

いることを踏まえずに前後関係のみで解答しているものなどがあつた。設問 1・2 で見られた傾向も踏まえると、物体が刻一刻と変化する「瞬間の速さ」を正確に捉えられない困難性に加え、正確に物体の運動に関する条件を言語化し抽出することに困難性があると考えられる。

・ブランコの速さは最も 位置が一番 くなり、最も 位置が一番 くなる。

図 3：設問 4「適語補充問題」

3.4. クロス集計分析と解答者別の記述傾向

設問 1～3 の選択式、設問 4 の適語補充問題の正答率を示し、全体の傾向を把握した後、設問同士の関連を踏まえ、学習者を分類していく。表 2 は、設問 1・2 の正答者・誤答者別に類別したクロス集計である。設問 1・2 の双方の正答者は 16 名、設問 1 は誤答しているが設問 2 は正答している場合は 11 名、設問 1 は正答しているが設問 2 で誤答している場合は 9 名、双方の誤答者は 23 名であつた。

設問 1・2 の双方の正答者は 16 名中、その理由記述において時間と距離の関係に着目した記述は 9 名であつた（記述例：「進む距離が長く、間隔が広い」など）。なお、残り 7 名の記述に関しては、「真ん中を通るときが一番速いと思ったから」のように、同じ時間ごとに移動する距離についての言及が含まれていなかった。設問 1 は誤答しているが設問 2 は正答している場合は 11 名に関しては、「速いと隙間が少ない」「真ん中だけ速度が遅い」のように、時間と距離の関係や「瞬間の速さ」については理解しているものの、誤認識している傾向が見られた。また、設問 1 の正誤に関わらず、設問 2 を誤答している 9 名、23 名に関しては、選択問題では全ての間隔が同じ図である B を選ぶ誤答傾向があり、理由記述では「同じ間隔」という用語を用いている学習者が大半を占めている。

表 2：設問 1・2 の正答者・誤答者別クロス集計

	設問 2：正答	設問 2：誤答
設問 1：正答	16 名	9 名
設問 1：誤答	11 名	23 名

4. まとめ

物体が刻一刻と変化する「瞬間の速さ」と、その状況下での「時間と距離の関係」に関する認識において、まとめると以下の 3 点となる。

- ・正答者は「瞬間の速さ」と「時間と距離の関係」を相互に理解することができていること
- ・誤答者の中でも「瞬間の速さ」については、誤認識ではあるが理解している可能性があること
- ・誤答者は、「瞬間の速さ」と「時間と距離の関係」の相互、あるいはどちらか一方に対しての理解に困難性が見られること

今後の方針として、「速さ」を体感・測定する学習経験を経た認識の変容を追跡し、現行の「速さ」の指導に組み込むことで、その有効性を検証する。

謝辞

京都教育大学附属小中学校平島和雄教諭には、調査項目の設定や結果の分析に際して、多くのご助言やご支援をいただきました。深く感謝いたします。

註

本研究は、JSPS 科研費 22K20235 の助成を受けたものである。

参考文献

- 芳沢光雄 (2019). 「%」が分からない大学生 日本の数学教育の致命的欠陥, 光文社新書, pp.18-22.
- 黒田恭史 (2010). 初等算数科教育法「第 5 章 量と測定」, ミネルヴァ書房, pp.72-91.
- 田中昭太郎・松田文子・門田良美・六車周二・橋本巖・松田伯彦 (1986). 算数「速さ」の授業改善に関する研究, 日本教育心理学会第 30 回総会発表論集, pp.816-817.
- 小原豊 (2021). 異種の 2 量の割合における概念化とその創造性に関する小考, 日本科学教育学会第 45 回年会論文集, pp.41-42.
- 廣瀬隆司 (2013). 授業に役立つ算数教科書の数学的背景 (齋藤昇・小原豊編著)「第 4 章 量と測定について 第 3 節 速さとは」, 東洋館出版, pp.61-65.
- 川上貴・米田重和・浦郷淳・立石耕一・石井豪 (2015). 「歩く」事象に基づいた算数科「速さ」の導入指導ーグラフ電卓と距離センサーを活用してー, 日本科学教育学会研究会研究報告 Vol.30, No.2, pp.1-6.
- 中村好則 (2016). 算数科におけるプログラミング的思考と数学的な見方・考え方の育成に関する考察ーSphero SPRK Edition を活用した「速さ」の指導事例を通してー, 日本科学教育学会研究会研究報告 Vol.31, No.3, pp.9-12.