

実践報告

「速さ」の考えを生かす授業の提案 —適用可能な現実場面の拡張を視点として—

立石 耕一* ・ 米田 重和** ・ 浦郷 淳*
石井 豪* ・ 川上 貴***

Suggestion of the Class Utilizing the Idea of "Speed":
As Viewpoint Expansion of Applicable Real Situations

Koichi TATEISHI*, Shigekazu KOMEDA**, Atsushi URAGO*,
Go ISHII* and Takashi KAWAKAMI***

【要約】

本研究では、第6学年の「仕事（作業）の速さ」の授業において、児童が「(速さ) = (道のり) ÷ (時間)」等の速さの公式や「移動の速さ」の学習で出された考え方をどのように活用しているのかをプロトコル及びノート記述等から分析を行った。その結果現実事象と数学世界の行き来によって「速さ」の考えが深化されていく様相を示すことができた。

【キーワード】

「速さ」の考え、現実事象、数学的モデル

1 研究のねらい

学習指導要領ⁱでは「異種の二つの量の割合である速さについて指導する」としている。例として、「人の走る速さや乗り物が移動する速さ」が挙げられている。つまり、児童は、「移動の速さ」を中心に「速さ」の概念を形成していく。「移動の速さ」を認識している児童は多い。第6学年の児童(38名)に『速さ』という言葉から、思い浮かべることは何かと筆記形式で尋ねたところ、次のような結果となった。「移動の速さ」を記述した児童が35名(92%)、「仕事（作業）の速さ」を記述した児童が17名(57%)であった。多くの児童が「移動の速さ」を身近に感じていることが分かる。また同時に、「他の速さ」に対する認識もあることがわかった。

児童の現実世界での認識と数学の世界を関連させた「速さ」の学習の充実に関して、川上他(2015, p. 1)ⁱⁱは「視覚的に捉えにくい「速さ」を扱うなかで、計算公式の指導に陥らずに、児童が「速さ」

の概念を創りあげていくプロセスをいかに実現させるかが課題となる」と述べている。また、池田(2015, p. 68)ⁱⁱⁱは、「現実世界の問題の解決を目標に、それを数学の舞台にのせて、数学的モデルをつくり、数学的に処理した結果を解釈・検討して、妥当な結果が得られるまで、数学的モデルの修正を適宜繰り返していく活動に焦点を当てた指導が必要である」と述べている。さらに川上他(印刷中)^{iv}は、児童が現実事象と複数の数学的モデル(表現)を繋ぐ中で、モデル同士を繋いだり、新たな観点からのモデルに着目したりしながら、現実事象を中心としてより体系化した数学概念を漸次構成していくと述べている。

そこで、本研究では、「速さ」の概念を生かす場面として、「速さ」の適用可能な現実場面を拡張する授業づくりに焦点をあて、現実事象と数学世界の行き来によって「速さ」の考えが深化していく授業様相を示す。

*佐賀大学教育学部附属小学校 **佐賀大学

***西九州大学

2 研究の方法

第6学年の「速さ」の学習の単元では、児童が現実世界から必要な情報を整理して抽出し、算数世界で処理した上で、再び現実世界で認識していく授業を構想する。

「速さ」の適用可能な現実場面を拡張する授業として「仕事の速さ」の授業において、児童が「(速さ) = (道のり) ÷ (時間)」等の速さの公式や「移動の速さ」の学習で出された考え方をどのように活用しているのかをプロトコル及びノート記述等から分析する。

3 研究の内容

現実世界から必要な情報を整理して抽出し、算数世界で処理した上で、再び現実世界で確認していく授業及び単元の構成を考えて計画した。

実際の単元計画を以下に示す。

第一次(3時間)「グラフ電卓」「距離センサー」を用いた速さの概念形成

第二次(1時間)時速・分速・秒速の関係

第三次(2時間)速さに関する公式を用いた、道のり・時間の求答

第四次(1時間)仕事の速さ(検証授業7/8)

第五次(1時間)速さに関する「算数レポート」

この単元では、移動する長さや移動にかかる時間という異なる2種の量の割合でとらえる新しい量(速さ)をつくり出し、その量の比べ方や表し方について理解できるようにすることが主なねらいとなる。また、速さが第5学年で学習するこみぐあいと同様、異なる2種の量の割合で表せるという考えに統合されていく。特に、「一方の量をそろえる」という考えを基に、こみぐあいと速さの学習が繋がっていく。

単元の導入では、「グラフ電卓」「距離センサー」を用いて実際に動いて得られる結果(グラフ表現)から考察するという体験学習を取り入れていく。これにより、ともなって変わる2つの数量が「距離」と「時間」であることを直感的かつ体験的に把握することができる。また、速さを考察する際に、距離と移動に要する時間との間には比例関係があることを前提とし、このことに加えて全体を

一様にならして考えていくという平均の考え方に繋げることが大切である。単元の中盤では、単元導入で得た「速さ」の考えを基に、身の回りの「速さ」を捉え、活用できる状況を提示していく。さらに、単元終末には、「速さ」の学習の中で出てきた新たな問いについて自ら考えたり調べたりしたことを「算数レポート^{vi)}」としてまとめる。

4 適用可能な現実場面の拡張を視点とした授業の実際

佐賀大学教育学部附属小学校6年3組

授業実施日 平成27年7月27日

授業者 教諭 立石 耕一

この学習(7/8)では、「単位量あたり」の単元である「こみぐあい」「(移動する)速さ」をさらに、他の事象(仕事及び作業)に拡張することをねらいとする。その際に、「一方の量をそろえる」「比例する」「速さの公式」などの移動の速さの考え方と比較しながら統合していく。また、「ゲーム化」(①わかりやすい内容で、②競争による達成感があり、③交流できる活動にすること)及び「カード化」(①必要な内容を簡素化・②視覚化し、③必要に応じて操作できるようにすること)を取り入れ、学習の方向を焦点化して進めていく。さらに、学習内容を整理していく中で、生活場面の様々な速さに目を向けさせていく。

授業の目標と流れを以下に示す。

授業の目標

時間と印刷枚数から、仕事(作業)の速さの比較方法を説明することができる。

学習の流れ

(1) 学習課題をつかむ。

- ・2台の印刷機(印刷様子)の動画から考えられる情報を整理(時間、枚数)する。
- ・他の6台の印刷機の情報カード(時間、枚数)を比較する中で、「速い」「遅い」等の問題意識を持つ。

	時間	枚数
a	2分	8枚
b	6分	24枚
c	5分	50枚
d	□分	24枚
e	3分	540枚
f	10分	□枚

- ・情報カードの不足部分に対して、どのような数値であれば、同じ速さになるのかと問題意識を持つ。
- (2) 課題に対して個人思考を行う。
- ・2種類のカードを選び同じ速さになるかどうか、同じ速さになる場合の不足情報は何かを考える。
 - ・考え得た情報を整理する。
- (3) 集団思考を行い、意見を交流する。
- ・2枚のカードを比較しながら、代表数名が板書で説明する。
 - ・気付いたこと、発見したこと等を発表する。
- (4) 学習のまとめを行う。
- ・移動する速さと同じで、仕事（作業）の速さも単位時間あたりの仕事量（＝距離）で考えることができることが分かる。

次に、実際の授業における教師の発言と児童の様子を上の(1)～(4)に沿って述べる。

(1) 学習課題をつかむ。

授業前に児童たちのなわとびを跳ぶ様子を動画で見せ、授業開始後に以下のやりとりがあった。

T「1分間に何回回していたかな？」

C「1分間に109回。」

T「記録を伸ばすためにはどうする？」

C「速く回す！」

T「速く回すってどういうことかな？」

C「1分間に回す回数を増やすこと！」

次に、異なる印刷機の印刷している動画を2つ見せ、以下のやりとりがあった。

T「もう1つの動画と比べて見て下さい。2つの動画で同じことがあります。」(図1)



図1 印刷機から「速さ」を見いだす場面

C「プリンターで印刷されているところ。枚数が違う。」

T「確認してみよう。」

T「Aのプリンターは何枚？」

C「5枚。」

T「Bのプリンターは何枚？」

C「5枚。」

T「同じ5枚でしたね。速さを比べるには、あと1つ情報が必要ですね。」

C「時間。」

T「そう。時間が必要だね。測ってみよう。」

T「Aは？」

C「約40秒。」

T「Bは？」

C「約20秒。はやっ！」

T「どっちが速いといえるかな。」

C「枚数が同じだけど、時間が短い方が速いからBが速い。」

T「見た目でもわかったけど、2つの情報を比べることでどちらが速いかを分かりますね。」

T「さっきは、動画を見て、必要な情報を抜き出しましたが、次は、整理した情報を提示しますので、速さを比べていきましょう。」

a～fのカードを1枚ずつ掲示していく。

C「2分で8枚って、遅い！」

T「遅いって？」

C「さっきは、20秒で5枚だったから、1分では、8枚以上になっている。」

T「他に気付いたことがありますか？」

C「2分で8枚と6分で24枚は同じ速さでは？」

T「どういうことかな？」

C「2分で8枚ということは、6分では 8×3 で24枚になって、2つのカードは同じ速さになります。」(図2)

①	分	に	そ	ろ	え	る。	
2	分	\rightarrow	6	分	\leftarrow	6	分
8	枚	\rightarrow	24	枚	\leftarrow	24	枚

図2 同じ時間にそろえた児童のノート

T「よく気付いたね。これまでどちらが速いか、遅いかを考えてきたけれど、今日は、同じ速さになるように考えてみましょう。」

(2) 課題に対して個人思考を行う。

T「同じ速さになりそうなカードがある？」

C「ある！」

T「どれとどれかな？」

C「5分で50枚と10分で□枚。」

T「では、□に入る枚数を求めよう。」

C「5分から10分には2倍になっているから、枚数でも2倍にして、 50×2 で100枚になります。」

T「そうだね。他の考え方の人もいますね。では、次はどんな2枚のカードを選ぶかな。同じようにできるのか調べてみましょう。」

個人思考に臨む児童は、3つのパターンに分けられた。1つ目は、例と同じように比例の考えを使って、一方が他方の何倍かを求め、□を求めるパターンである(図3)。2つ目は、単位量あたりの大きさの考えを使って、□を求めるパターンである(図4)。ほとんどの児童が、この2つのパターンに分けられた。

5分	10分	3分	□分
50枚	100枚	540枚	24枚
$180 \text{ 秒} \div 22.5 = 8 \text{ 秒}$			

図3 比例の考えを用いている児童のノート

3分	$\frac{2}{15}$ 分	3分	180秒
540枚	24枚	540	24
$540 \div 180 = 3$ $24 \div 3 = 8 \text{ (秒)}$			

図4 速さの考えを用いている児童のノート

そして3つ目は、同じ速さにできない(図5)、1つに決めることができない(図6)組み合わせについて調べている複数児童である。



図5 できない場合の発言を整理した板書

□分	10分	両方□分	あるか
24枚	□枚	5枚	自由か

図6 不定の場合を書いた児童のノート

前述の3つのパターンいずれも既習事項である「比例の考え」「速さの考え」に統合することができていた。また、選択性のある問題のため、それぞれにあった考え方は何かを児童が考えながら解くことができた。

(3) 集団思考を行い意見を交流する。

既習事項である「比例の考え」「公倍数の考え」「単位量あたりの大きさの考え」「速さの考え」に統合することを共有するために、代表児童に発表させた。その発表の中で、以下のようなやりとりがあった。

T「この2つだったどうしますか？」

C「□分で24枚と3分で540枚では、24枚から540枚へと大幅に増えているので、□分から3分も大幅に変わっていると考えました。分を秒に表しました。秒で表すと3分は、 $60 \text{ 秒} \times 3$ で180秒です。540枚から24枚には、 $540 \div 24$ で22.5になります。だから、180秒からもわる22.5して、□は8秒となりました。」(図7)

T「なるほど。他の考え方もいましたね。」

C「3分で540枚なので、 $540 \div 3$ で1分間で180枚になります。1秒間に表すと1秒間に3枚になります。24枚印刷するためには、 $24 \div 3$ をして、8秒となります。」

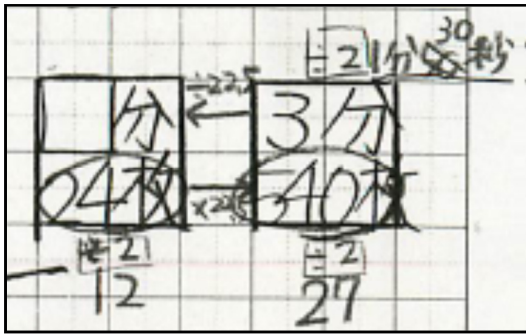


図7 比例の考えを用いている児童のノート

T「同じ8秒が出てきましたね。1分間だけでなく、大幅に変わっているからと1秒間に何枚を出していますね。これは？」

C「秒速。」

T「そうだね。秒速に表していますね。2つの方法で□が8になることを確認できたね。」

5分で50枚と3分で540枚のカードを示す。

T「この2つはどう？」

C「数が固定されていてできない。」

T「なぜできないの？」

C「5分で50枚なら、1分で10枚になります。3分で540枚は1分で180枚だから、1分間の枚数が違います。」

□分で24枚と10分で□枚のカードを示す。

T「たしかに。では、残った2つでは？」

T「できないこともない。」

C「これはできるの？」

C「例えば1分で24枚とすると、もう一つは、24枚×10分で□に240を入れたらできます。」

T「他は？」

C「2でもできる。」

C「□にいろいろな数が入る。」

「3分で540枚と10分で□枚」と「5分で50枚と□分で24枚」を示す。

T「ではこのペアだったらどうなるかな？自分でこれがやりやすいなという考え方でノートにかいてごらん。」

T「枚数から求めた人はいますか？」

C「3分で540枚の3と10の公倍数で、30分で、 540×10 で5400枚になります。5400枚からわる3をして1800枚になります。」

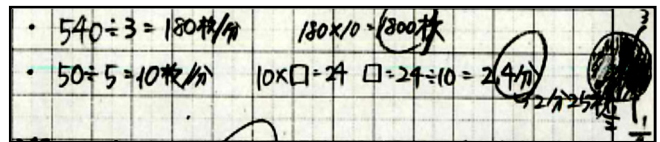


図8 速さの考えを用いている児童のノート

T「この3と10の最小公倍数。納得。5400枚もいいね。10も×3になっているから、 $5400 \div 3$ で1800枚になるんだね。同じ速さだから同じ枚数にならないといけないんだね。他の考え方の人はいますか。」(図8)

C「5分で50枚は、1分で10枚になっています。□分で24枚も1分で10枚になっていないといけないので、 $24 \div 10$ で、2.4分になります。」

T「2.4分ってわかりやすくなりますか？」

C「2分と24秒になります。」

(4) 学習のまとめを行う。

「(印刷)枚数」だけでなく「(積み重ねる)個数」や食べる量、耕す量等でも「速さ」の考え方が用いられることに繋げていくために、動画を流し、以下のやりとりがあった。

T「今日は枚数だったけど、こんな場合は？何をしているのかな？」(図9)



図9 積み木を重ねている動画

C「積み木を積み重ねている。」

T「何個ある？」

C「11個。」

T「ほしい情報は？」

C「時間。」

T「このように、何個と時間がわかれば、速さを求められるね。みんなの回りの『食べる』

や『電卓をうつ』、『乗り物の移動』などいろいろな速さを考えられますね。」

児童に本時の学習でわかったこと等をノートにまとめさせ発表させた。

C「1分あたりや1秒あたり等の単位量あたりの考えを基に比べることができることが分かった。」

C「(仕事の速さも) 最小公倍数や単位量あたりの考え、比例を使うと求められることが分かった。」

また、ノートに以下のような情意面の感想をまとめている児童がいた(図10)。



図10 児童の感想

このような感想を書いている児童は多く見られ、問題に取り組む中で、「なわとびの回転速度」「印刷機の印刷速度」についても「歩く(移動)速度」と同じく考えることができていた。つまり、「単位量あたりの考え」に統合することができた。また、生活場面の様々な速さに目を向けさせることができた。

5 考察

4節の検証授業について、「児童が、現実場面をどのように拡張して捉えなおしたか」を基に考えたとき、次のような3点が考察される。

第1に、現実事象から、児童自ら必要な情報を見いだす場面を創ることで、速さを視覚化することができるということである。今回は、「なわとびの回転する速さ」「印刷機の印刷する速さ」「積み木を積み重ねる速さ」から「時間」と「距離」に変

わる『回転数』『印刷枚数』『高さ』といった仕事量(作業量)を抽出させる場面を設けた。これらの現実事象(動画)から、児童は、「速い」「遅い」「同じぐらい」といった感覚を持つ。この感覚を「言葉」「数値」「式」といった数学的モデルへと繋げていく。繋げる手立てとして、2つの現実事象の時間(または仕事量)を同値にして、仕事量(または時間)を見いだす場面を創った。これにより、児童は、与えられた情報ではなく、児童自ら「速さ」に関して、「時間」と「仕事量(作業量)」を現実事象から見いだすことができていた(図11)。

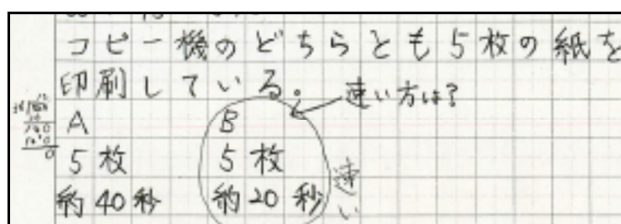


図11 印刷機から「速さ」を見いだす場面

第2に、複数の数学的モデルを比較する中で、深化した速さの概念を形成していくことが見えてきた。前述で、児童は現実事象から「時間」と「印刷枚数(仕事量)」を抽出し、数学世界で考えようとする準備ができていた。その上に、複数の素材を選択可能な状況を提示することで、複数の数学的モデルを比較することができる場が創られた。実際に「同じぐらいかな」という身体的モデル^{vi}を「比例」「公倍数」「単位量あたりの大きさ」そして、「(移動する)速さ」の考えを基にした図や言葉、式(数学的モデル)に繋げることができていた。この選択可能な状況が、1つの数学的モデルのみではなく、それぞれの最適な方法で考える中で、必然性のある数学的モデルの比較する場が創られたと考える。さらに、感覚的に捉えていた「仕事(作業)」の速さを他の考えを仲介することで、これまでの「歩く(移動)」の速さと統合し、現実事象を中心とした新たな速さの概念を形成することができたと考えられる。

第3に、第1と第2の過程を踏むことで、様々な現実事象を「言葉」「数値」「式」といった数学的モデルに繋げて考える児童が増えるという点で

ある。これに関しては、第8時目に行った児童の「算数レポート」の記述から読み取っていく。児童には、課題として「速さの学習を終えて、さらに考えてみたいことを自分で調べレポートにまとめよう」と提示している。

1つめは、現実実感していることと数値に表すことの差に目を向けている児童のレポートである。これは、現実事象を感覚的な捉えを数学的モデル（数値）に繋げている（図12）。

・通勤電車[平均]→90km/h
・普通列車[平均]→115km/h
・特急列車[平均]→125km/h
・新幹線[平均]→260km/h

気付
通勤電車と普通列車、普通列車と特急列車は数値だけみるとあまり差がないようにだが実際速さでみると、すごく差がある

図12 算数レポート①

2つめは、「平均の速さ」に着目し、現実事象を数学世界で考えている児童のレポートである。1つめと同様に、現実事象を数学的モデルに繋ぐという視点は同じだが、数学世界で考えるよさにまで目を向けている（図13）。

プリンターや時計などのこれがない限り同じ速さのものもあるが、自動車や自転車や歩きの速さは、時によってはおそくしたり速くしたりすることがあるので確定することができない。
↓
それだから国で統一させている自動車の制限速度。

図13 算数レポート②

3つめは、佐賀から東京までの距離を、様々な速さで移動するとどうなるのかを考察している。これは、現実事象で、速さの変化を捉えて数学世界に繋げて考察をしている。また、現実世界では、実際に行うことが難しいことを数学世界に置き換えることで、可能にするというよさにも気付いている（図14）。

東京まで行くには...
佐賀へ東京を1050kmとすると...
つくまでの時間は
歩き...210時間 ← 8.75日
走り...87.5時間
自転車...52.5時間
バイク...13.125時間
車...10.5時間
列車...7.5時間
新幹線3.5時間
リニアモーターカー...1.75時間
飛行機...2.1時間
ジェット機...1.6時間

図14 算数レポート③

4つめは、普段の生活の中では、捉えにくい部分に、着目して「速さ」を捉えている。これは、極端に遅い事象でも速さがあることを数値に表して示すことができている（図15）。

身の回りには色々な速さがありますが、その中でも面白いと思った速さを紹介します！
身の回りの速さ
大陸が移動する速さ
0.00000001~0.0000001(km/h) ※1年で約9~90mm→9cm
入の爪が伸びる速さ
0.000000004(km/h) ※1年で約35mm→3.5cm
カタツムリの速さ
0.006(km/h) ※1時間で6m
カタツムリの最高速度
0.0099(km/h) ※1時間で9.9m

図15 算数レポート④

これ以外の「算数レポート」も同様に、現実事象から数学的モデルに繋げ、現実事象で起こっていることを説明することができていた。「歩く（移動）」を中心とした「速さ」の考えが、「仕事（作業）」の速さと統合され、さらには、その他の現実事象を「速さ」「時間」「仕事量」の3量で表す数学的モデルで捉え、見つめ直すことができていると考える。

6 成果と課題

本研究は、「速さ」の考えを生かす授業を創造する場合に、適用可能な現実場面の拡張を視点として、現実事象と数学世界の行き来によって「速さ」の考えがどのように深化されていくのかということについて明らかにすることを目的としていた。

その成果としては、考察にも示した3つの視座が得られたことである。課題としては、全体様相を中心として、成果を述べてきているが、個人差がある数学概念形成において、それぞれの効果について更なる検討が必要である。この点については、今後の課題としていきたい。

ⁱ 文部科学省 (2008)『小学校学習指導要領解説算数編』東洋出版社

ⁱⁱ 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報告』Vol. 30, No. 4, pp. 1-6。

ⁱⁱⁱ 池田敏和 (2015)「算数科における数学的モデリングの研究」『初等教育資料3月号』pp. 68-71

^{iv} 川上貴・米田重和・佐伯昭彦・立石耕一 (印刷中)『『速さ』の導入指導における『歩く』事象の数学化の様相についてーモデルのつながりを視点としてー』『第40回日本科学教育学会年会論文集』

^v 上掲 ii

^{vi} 立石耕一 (2014)「児童の数学的な思考力・判断力・表現力を育む授業づくり」『学びの連鎖が生まれる義務教育9年間のカリキュラム研究』佐賀大学文化教育学部附属小・附属中学校, pp. 114-121

^{vii} 上掲 iv