

「速さ」の学習指導の提案

— 等速を仮定した速さへの焦点化による授業実践 —

(数学教育講座) 吉村 直道

(西予市立宇和町小学校教諭) 小川 智也

Proposal of learning guidance on speed
— Teaching practice by focusing on speed assuming uniform velocity —

Naomichi YOSHIMURA and Tomoya OGAWA

(平成30年6月21日受理)

1. 研究の背景と目的

2016年12月に大学院生から、授業の実践力を高めるため、小学校6年生の単元「速さ」の模擬授業をするので見に来てほしいという依頼があった。その模擬授業を参観しながら、「子どもたちにとってなぜ速さの学習が難しいのか」、「道のりを時間で割る意味がわからないのではないかと」、「公式(みはじ等)で形式的に理解させている(している)」、「これまでの一般的な展開では、速さを(道のり)÷(時間)で捉えることが難しいのではないかと」と疑問を感じた。そこで、

- 学習を終えた子どもたちは、算数で学習した(道のり)÷(時間)から算出される「速さ」をどのように理解しているのか?
- なぜ「速さ」の指導ならびに学習は難しいのか?
- 「速さ」の学習指導を、どのように工夫すればよいのか?

を明らかにすること目的として、本研究に取り組んだ。

2. 研究の展開

本研究に着手したとき(2016年12月)、すでに小学校第6学年において「速さ」の学習は終わっていたことから、まず学

習済みの子どもたちに対して「速さ」がどのように理解されているのかを、学習後から約3ヶ月後経過した1月に調査した(実態調査1、巻末資料1)。

2017年度第6学年の子どもたちに対して修正改善した提案授業を行うために、実態調査1の分析と「速さ」の学習指導の困難さについての検討を進め、2017年7月に提案授業を行った。その成果を実態調査1と比較して調べるため、3ヶ月経過した10月に実態調査1と同様の調査を、提案授業を行った6年生たちに行った(実態調査2、巻末資料1)。

加えて、「速さ」の学習に取り組む前の子どもたちがどのように速さを捉えているのかも調べた。2017年の6年生に提案授業をする関係から、2016年の5年生には調査出来ず、2017年の5年生を対象にその調査を実施した。

表1が、3調査の実施状況を整理したものである。

表1: 3調査の実施情報

実態調査1		実態調査2		素朴概念の調査
2016年10月	2017年1月	2017年7月	2017年10月	2017年10月
16年度6年生		17年度6年生		17年度5年生
3クラス	114名	3クラス	94名	92名
学習	調査	学習	調査	調査

3. 「速さ」の理解の実態

「速さ」の学習指導が3ヶ月前に済んだ小学6年生114人を対象に、次のような項目を含む「速さ」についてのアンケート調査を実施した（巻末資料1）。

<調査項目>

- ・速さの関係式を理解しているか？
- ・速さについての基本問題を解くことができるか？
- ・速さをどのように理解しているか？
- ・学習する前、速さをどのように捉えていたか？

5肢選択の回答（5好き、4少し好き、3ふつう、2少し嫌い、1嫌い）で尋ねたところ、この子どもたちは、好き・嫌いについては平均3.81、得意・苦手は平均3.45、そして関係式の再現は114人全員が正解、簡単な速さ算出の問題に対しては1人を除いた113人が正解という、総じて優秀な集団であった。

そんな子どもたちの学習前と後での速さについての捉えが、表2、図1である（複数回答可で回答）。

表2：16年度6年生の速さの捉えの変容

114人	ア スタート	イ まんち	ウ ゴール	エ 最速	オ 遅速	カ 一定	キ 平均	ク 1分後	ケ 2分後
学習前	20 17.5%	30 26.3%	28 24.6%	57 50.0%	7 6.1%	42 36.8%	52 45.6%	20 17.5%	11 9.6%
学習後	13 11.4%	35 30.7%	17 14.9%	8 7.0%	4 3.5%	50 43.9%	70 61.4%	56 49.1%	32 28.1%

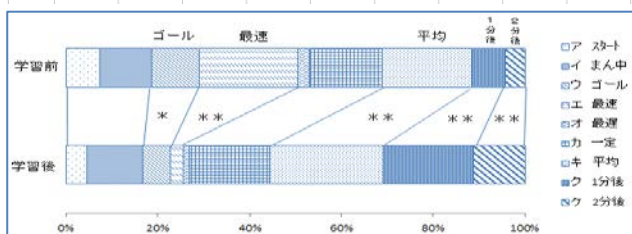


図1 16年度6年生の速さの捉えの変容

大変優秀な子どもたちであるので、(道のり) ÷ (時間) で算出された速さの意味を問われたとき、もっと多くの子どもたちが「速い遅いを一様にならした平均した速さ」と回答してくれてもよさそうであるが、平均の意味で回答した子どもたちは61.4%であり、走っているまん中ぐらいのときの速さ30.7%、一定になったときの速さ43.9%など、まだまだいろいろな速さが混在している状態であることがわかる。

しかし、算数の学習を通して、速さの関係式で得られる速さが、ゴールの速さや最速の速さであるという子どもたちは有意に減少し(それぞれ $t(113)=1.83, p<.05; t(113)=7.19, p<.01$)、平均の速さと考える子どもたちの割合は有意に増加しているこ

とも確認できる ($t(113)=-2.39, p<.01$)。学習が子どもたちの速さの捉えに影響しているものの、まだまだ素朴な経験的概念としての多様な速さの捉えが混在していることが確認された。

4. 素朴な経験的概念としての「速さ」調査

ところで、先の調査は速さの学習後に、「学習する前、速さをどのように捉えていたか」を尋ねたものであった。少なからず算数の学習の反映された回想による調査となってしまうことは否めない。

そこで、学習前の「速さ」の捉えを調査するため、2017年10月に小学5年生(92人)に対して同様の調査を行った（巻末資料2）。その結果が表3である。

表3：5年生の速さの捉え（17年度）

92名	ア スタート	イ まんち	ウ ゴール	エ 最速	オ 遅速	カ 一定	キ 平均	ク 1秒後	ケ 2秒後
5年生	32 34.8%	41 44.6%	27 29.3%	54 58.7%	19 20.7%	37 40.2%	24 26.1%	20 21.7%	17 18.5%

学習前の子どもたちにおいては、速さとして、40%を越える子どもたちが最も速いときのスピードやまん中付近のスピード、速さが一定に落ち着いたときのスピードを速さとして注目していることがわかった。

加えて、5年生の時点で、約20%の子どもたちが速さの関係式を認識していることも確認された。

表4：5年生公式の認識

	人数	割合
公式	17	18.5%
誤り	3	3.3%
無回答	72	78.3%
計	92	

5. これまでの一般的な指導の困難さ

これまでの一般的な「速さ」の学習の展開としては、動物等の写真と走ったデータを提示し(表5)、走った時間や道のりが異なっていることに注目させ、「走った時間を同じにして考えよう」「走った道のりを同じにして考えよう」として、1秒間に何m走ったか、1m走るのに何秒かかったかを単位量あたりの考えを使って求め、「1秒間あたりに走る道のりが長いほど、速い」「1mあたりにかかる時間が短いほど、速い」とした

速さの意味理解を図っていく(清水静海他、2015)。

この展開での問題点は2つである。

表5：導入部提示データ

	道のり	時間
カンガルー	200m	10秒
ダチョウ	180m	8秒
キリン	125m	8秒

一つ目は、子どもたちが学習する際に事前に認識している速さへの捉えに全く関心を持つことなく、教師が速さの学習を進める点である。前節で明らかにしたように、子どもたちは速さとしていろいろな箇所のスピードに注目しており、この展開では「速さ」の学習としてどんな速さに注目し共有しようとしているのか明確にしないまま進められることになる。

二つ目は、単位量あたりの考えを使って(道のり)÷(時間)の関係式から単位時間あたりに進む道のりを算出させようとしているが、例えばダチョウにおいて8秒間で180m進む場面において、1秒ごと進む道のり、速さはバラバラであり、この状態で子どもたちにとって道のりを時間で割ること自体意味のない行為となっているかもしれない。単元「単位量あたりの大きさ」で扱った変量は、例えば量の枚数と人数などであり、実際に、元にする量に対して比べる量を同量ずつきれいに並べることができ、等分可能で除することがわかりやすいのに対し、速さは内包量であり、対象化しにくいと同時に、操作化も難しく、きれいに等分するイメージが難しい。

これら2つの困難さを考慮すれば、「速さ」の学習指導では、

- (P1) 子どもたちのもつ多様な速さを認め、算数としての速さを焦点化し共有すること
- (P2) 算数として比較可能にするために、途中途中のスピード等を見捨て、道のりとかかった時間のみに着目した「等速と仮定した速さ」に注目すること

を重視する必要があると考える。

6. 等速を仮定した学習の提案と実践

表5の教材を使って、2017年7月に小学校6年生の3クラス(92人)に対して、これまでの展開と前半部分のみが異なる、前節のP1、P2の要件を考慮した「速さ」の学習指導を行った。前半部分の具体的な展開は、次の通りである。

- ①実際に走っている場面を想像し、みながどの速さに注目しているのか確認し、多様な速さと多様な速さの着眼があることを共有する。
- ②速さ及び着眼の多様さゆえ、比較することの難しさに気付かせ、算数として平等・公平に速さを比較するには、どうしたらよいか考える。
- ③3頭に共通するものは何か? 共通な情報は走った道のりとかかった時間であることに注目し、途中のスピード

は無視して考える。

- ④3頭ともはじめから等速で走っていると仮定して、結果として得られた道のりと時間を用いた除法で速さを算出することを理解する。

7. 調査の比較検討

2016年度6年生の調査と比較するために、提案授業を行った2017年度6年生にも、「速さ」の学習を終えた3ヶ月後の10月に、同様の「速さに関するアンケート調査」を行った(巻末資料1)。

16年度6年生の調査結果(表2、図1)に対応する17年度6年生の調査結果が、表6と図2である。

表6: 17年度6年生の速さの捉えの変容

94人	スタート	イまん中	ウゴール	エ最速	オ最遅	カ一定	キ平均	ク1分後	ケ2分後
学習前	13 13.8%	29 30.9%	16 17.0%	50 53.2%	8 8.5%	31 33.0%	30 31.9%	22 23.4%	7 7.4%
学習後	7 7.4%	28 29.8%	9 9.6%	8 8.5%	2 2.1%	44 46.8%	65 69.1%	37 39.4%	21 22.3%

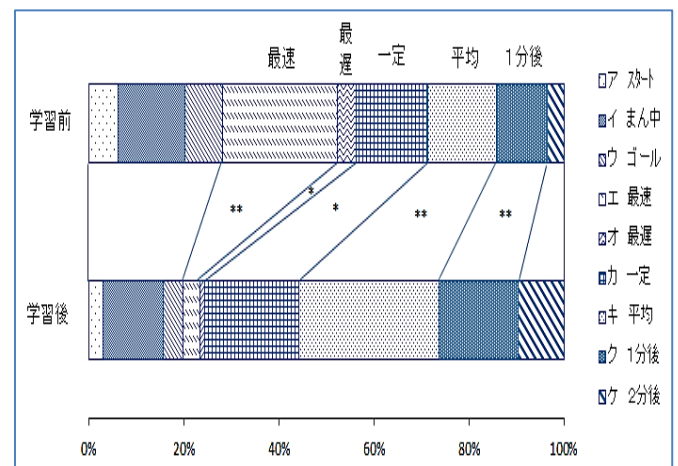


図2: 17年度6年生の速さの捉えの変容

学習前に多様な速さの捉えを有していた提案授業の子どもたちであったが、16年度と同様、学習後、速さを最速や最遅の速さと捉えていた割合は有意に減少(それぞれ $t(93)=6.63$, $p<.01$; $t(93)=1.95$, $p<.05$)し、平均や一定そして1分後の速さを速さと捉える割合が有意に増加(それぞれ $t(93)=-5.11$, $p<.01$; $t(93)=-1.94$, $p<.05$; $t(93)=-2.36$, $p<.01$)した。

16年度と17年度の子どもたちの変化を見るため整理したものが、表7と図3である。

表7：16年度17年度6年生の比較

	アスタート	イまん中	ウゴール	エ最速	オ最遅	カ一定	キ平均	ク1秒後	ケ2秒後
16年度 学習後	11.4%	30.7%	14.9%	7.0%	3.5%	43.9%	61.4%	49.1%	28.1%
17年度 学習後	7.4%	29.8%	9.6%	8.5%	2.1%	46.8%	69.1%	39.4%	22.3%

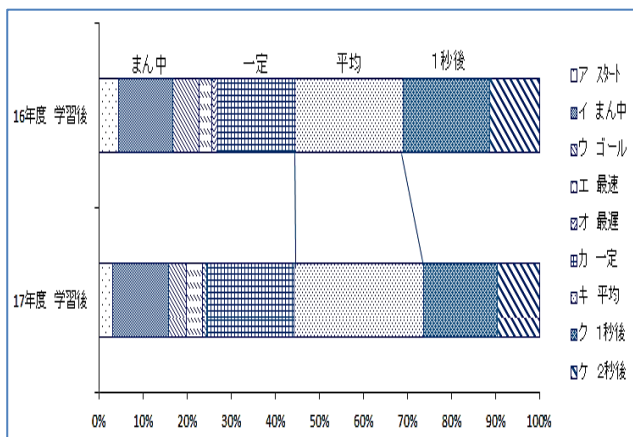


図3：16年度17年度6年生の比較

あまり違いはないものの、提案授業の学習を受けた17年度の子どもたちの方が平均の速さの割合が多い。

ただ、平均としての速さの理解のため、まん中というイメージや一定の速さとして見てしまったり、1秒後・2秒後の速さとして見てしまったりするようである。等速を仮定した場合、平均や一定、1秒後・2秒後の速さは同じように捉えられてしまうことも影響していると思われる。複数選択可の質問をしているため、それらは厳密には区別できない。

調査の間5「なぜそのような公式で速さを求めることができるか、説明してください。」の記述回答に注目し整理したものが、表8である。

表8：16年度17年度6年生の記述回答の整理（問5）

	16年度 6年生(114人)		変化	17年度 6年生(94人)				
	人数	割合		人数	割合			
単位時間あたりに進む道のり	37	32.5%	↗	56.4%	53	肯定される回答		
平均の考え	4	3.5%					14.9%	14
公式だから	1	0.9%				1.1%	1	
「みはじ」の利用	35	30.7%	↘	13.8%	13	好ましいと言えない回答		
関係式の逆演算として	36	31.6%					12.8%	12
それ以外	28	24.6%	→	25.5%	24	25.5%	24	明確ではない回答
わかりません	3	2.6%	→	4.3%	4	1.1%	1	否定される回答
無回答	6	5.3%				3.2%	3	
	114				94		94	

表8の結果から、16年度から17年度を比較して、関係式の説明として望ましいと想定される説明を回答した子どもたちは36.0%から56.4%へ、「公式だから」と言った好ましいとは言えない説明は31.6%から13.8%へと統計的に有意に増減した（それぞれ $t(206)=-2.94, p<.01$; $t(206)=3.01, p<.01$ ）ことが確認できる。加えて、「わかりません」や無回答の割合も7.9%から4.3%へと減少しており、(道のり) ÷ (時間) で算出される速さへの理解に、提案授業が効果的であったことが確認される。

8. まとめと課題

16年度6年生や17年度5年生に対するアンケート調査を通して、これまでの学習での、次の2つのような速さに対する子どもたちの理解の実態を明らかにすることができた。

- ・学習を通して、素朴な経験的概念として持っていた速さ（最速の、まん中付近の、一定になった速さ）が思った以上に変容していない。
- ・算数の学習の速さを求めることができるものの、素朴な経験的概念としての速さのままで捉えていることが少なくない。

また、これまでの速さの学習指導の問題点として、

- ・素朴な経験的概念としての速さへの無関心さ
- ・内包量であるため、対象化・操作化しにくく、わり算/等分するイメージが持ちにくい。よって、意味づけすることなく、公式として独立した理解にとどまってしまっていること

の二つを指摘した。そこで、

- ・等速を仮定した速さへの着目と焦点化を図る授業提案
- ・提案授業の実践が、これまでの実践と比べて、速さの関係式が表す意味理解とその説明において効果的であったこと

を提案ならびに確認できたことが、本研究の成果である。

課題としては、今回の調査と提案授業の実践が一つの学校内

での取り組みであり、一般性のある結論として主張するにはまだまだ弱い部分がある。提案授業の可能性は十分に確認されたので、今後さらにこの取り組みを実践し、その効果を確認検証していきたい。

また、この提案授業のやりにくい点として、次の2つ（ア）（イ）が挙げられる。

（ア）単位時間あたりに進む道のりとしての速さを指導するのに、授業の冒頭や前半で、すでに1秒ごと進む道のりを考えなければならないこと

（イ）平均として速さを構成した後は、平均されているが故に、まん中の速さや一定の速さや1秒後の速さや2秒後の速さなどがすべて同じであるかのように捉えることができってしまうこと

課題アについては今後の実践において、ア①「この1秒間に進むスピード」「（例えば）2秒から3秒までの個々の1秒で進む道のり」などと、しっかりと限定を付けて表現したり、ア②その速さを表現する際、決して「～あたりに進む」などの表現をしないようにしたり、ア③「各1のスピード」などと限定した名詞表現を子どもたちと共有したりする留意が必要である。

（イ）では、平均としての速さと、まん中の速さや一定になった速さや1秒後・2秒後の速さとの違いを子どもたちと協議する時間の確保が授業内で必要であると考えている。

謝辞

調査ならびに提案授業に協力いただきました愛媛県のA小学校2016年度6年生、2017年度6年生・5年生、そしてA小学校の先生方、ありがとうございました。ここに記し、感謝申し上げます。

付記

本研究はJSPS科研費 JP16K04697 の助成を受けたものです。

引用および参考文献

- 石田一明ほか3名(1981)、速さの指導における一考察、日本数学教育学会誌、63巻、第2号、pp.18-21.
- 清水静海他(2015)、『わくわく算数6』、算数638、啓林館。
- 渡会陽平(2017)、小学校算数科における速さの性質を用いて解決できる速さの問題場面に関する研究：「1つの対象の2つの動作」の問題場面に焦点を当てて、北海道教育大学紀要教育科学編、第67巻、第2号、pp.111-121.
- 廣瀬隆司(2002)、子供の速さに関する知識の研究(12)－子供の速さに関する概念的知識と手続き的知識の同時活性化について－、全国数学教育学会誌『数学教育学研究』、第8巻、pp.55-67.
- 廣瀬隆司(2005)、算数教育における「速さ」の概念獲得過程に関する研究(5)－「速さ」の授業における構成的抽象を中心にして－、第38回数学教育論文発表会論文集、pp.73-78.
- 松田文子・田中昭太郎・原和秀・松田伯彦(1995)、時間、距離、速さの関係概念の形成が小学校5年算数「速さ」の理解に及ぼす影響、発達心理学研究、第6巻、第2号、pp.134-143.
- 松田文子・原和秀(1996)、時間、距離、速度概念の発達の研究VII－小学5年算数「速さ」はなぜ難しいか－、第38回日本教育心理学会総会発表論文集、p.162.

巻末資料 1 (A 4 判用紙両面印刷にて配布)

こちらを上にして配ってください。

表

愛媛大学教育学部数学教育講座

「速さ」についてのアンケート調査

この調査は、大学での算数の研究のために行います。集めた情報は統計的に処理することを基本とし、みなさんの個人情報が出したり、個人が特定されたりすることは決してありませんので安心してください。研究終了後、この調査用紙はシュレッダにかけて廃棄いたします。ご協力よろしくお願いします。 ※所要時間 5～10分程度

注意： アンケートは表、ウラの2ページあります。ウラのページに進んだら、表のページに戻らないでください。

1. (性別) 男 ・ 女

2. 算数は好きである。

<好き> <少し好き> <ふつう> <少し嫌い> <嫌い>
5 . 4 . 3 . 2 . 1

3. 算数は得意である。

<得意> <少し得意> <ふつう> <少し苦手> <苦手>
5 . 4 . 3 . 2 . 1

4. 速さを求める公式(ことばの式)を書いてください。

(速さ) =

5. なぜそのような公式で速さを求めることができるか、説明してください。

6. 次の速さを求めましょう。

2400mを2分間で進んだ自動車の分速

(式)

(答え) _____

7. 前問6で求めた速さは、どんな速さを表すものですか。自分の考えにあてはまるものにすべて○印をつけてください。(複数回答可)

ア：スタートしたときの速さ

イ：走っているまん中ぐらいのときの速さ

ウ：ゴールしたときの速さ

エ：最も速いときの速さ

オ：最も遅いときの速さ

カ：一定のスピードに落ち着いたときの速さ

キ：走っているときの速い遅いを、同じ速さになるようならした速さ

ク：1分たったときの速さ

ケ：2分たったときの速さ

(1)

ウラ

ここから先の問8と問9は、次の場面を例にして考えてください。

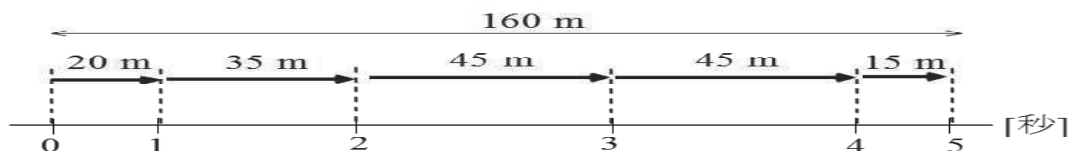
ある1頭のチーター：

- ・あきらめがとても早く、5秒間くらいしか真剣に走りません。
- ・5秒で160m走ります。
- ・最初の1, 2秒で徐々にスピードをあげます。
- ・3, 4秒でトップスピードになります。
- ・4～5秒までの間に一気にスピードを落とし、止まってしまいます。

8. 速さの学習をする前(まだ速さを求める公式を知らないとき)、あなたは、速さと言えば、どんな速さをイメージしていましたか？ 上のチーターの例をイメージして、あてはまるものにすべて○印をつけてください。
(複数回答可)

- | | |
|--------------------------------|----------------------|
| ア：スタートしたときの速さ | イ：走っているまん中ぐらいのときの速さ |
| ウ：ゴールしたときの速さ | エ：最も速いときの速さ |
| オ：最も遅いときの速さ | カ：一定のスピードに落ち着いたときの速さ |
| キ：走っているときの速い遅いを同じ速さになるようならした速さ | |
| ク：1秒たったときの速さ | ケ：2秒たったときの速さ |
| コ：3秒たったときの速さ | サ：4秒たったときの速さ |

9. スピードが上がれば、決まった時間に進む道のりは長くなります。そこで、1秒ごとに進んだ道のりを矢印の長さで表すと、このチーターが5秒間に走った様子は、下の図のように表せました。1秒ごとに進む道のりの長さは、時間によってちがうことがわかります。



速さは、 $(\text{速さ}) = (\text{道のり}) \div (\text{時間})$ という式で求められます。

このチーターの場合、 $160 \div 5$ となり、「160mを5でわる」つまり「160mを5等分」しているようにも見えます。しかし実際には、1, 2, 3, 4, 5秒と時間がたつことの、1秒間に進む道のりはそれぞれちがっていました。

なぜ時間でわって、速さを求めることができるのでしょうか。時間でわることでどんな速さが求められていますか？ 自分の考えを説明してください。

ありがとうございました。

(2)

巻末資料 2 (A 4 判用紙片面印刷にて配布)

「速さ」についてのアンケート調査

この調査は、大学での算数の研究のために行います。集めた情報は統計的に処理することを基本とし、みなさんの個人情報が出たり、個人が特定されたりすることは決してありませんので安心してください。研究終了後、この調査用紙はシュレッダにかけて廃棄いたします。ご協力よろしくお願いします。

※所要時間 5分程度

1. (性別) 男 ・ 女

2. 算数は好きである。 <好き> 5 ・ <少し好き> 4 ・ <ふつう> 3 ・ <少し嫌い> 2 ・ <嫌い> 1

3. 算数は得意である。 <得意> 5 ・ <少し得意> 4 ・ <ふつう> 3 ・ <少し苦手> 2 ・ <苦手> 1

4. 次の場面を例にして考えてください。

ある1頭のチーター：

- ・ あきらめがとても早く、5秒間くらいしか真剣に走りません。
- ・ 5秒で160m走ります。
- ・ 最初の1, 2秒で徐々にスピードをあげます。
- ・ 3, 4秒でトップスピードになります。
- ・ 4~5秒までの間に一気にスピードを落とし、止まってしまいます。

「速さ」と言えば、どのような速さに注目して、「速さ」をイメージしていますか？ 上のチーターの例をイメージして、あてはまるものにすべて○印をつけてください。

(複数回答可)

ア：スタートしたときの速さ

イ：走っているまん中ぐらいのときの速さ

ウ：ゴールしたときの速さ

エ：最も速いときの速さ

オ：最も遅いときの速さ

カ：一定のスピードに落ち着いたときの速さ

キ：走っているときの速い遅いを同じ速さになるようにならした速さ

ク：1秒たったときの速さ

ケ：2秒たったときの速さ

コ：3秒たったときの速さ

サ：4秒たったときの速さ

5. 速さを求める公式(ことばの式)を知っていますか？ もしも、知っていればその内容を下の枠内に書いてください。知らなければ、何も書かなくて結構です。

(速さ) =