

時間の比較判断における余分な情報の効果：小学5年生の文章題の場合

時間の比較判断における余分な情報の効果：小学5年生の文章題の場合

松田文子・岡崎善弘

時間の比較判断における余分な情報の影響について、文章題を用いて検討した。小学5年生($n=64$)に、2人の移動時間を比較する文章題を14問解いてもらった。各文章題には距離、速さ、出発時刻、到着時刻の4変数のうちの2つまたは3つの情報(3つ情報があるとき、1つは余分な情報)が含まれており、参加者にはどちらの人の移動時間が長いかを判断してもらった。結果を、時間判断に用いる2つの知識(すなわち、“時間 = 到着時刻 - 出発時刻”と“時間 = 距離 / 速さ”)の関係づけの観点から検討した。

[キーワード: 時間判断, 余分な情報, 文章題, 小学5年生]

目的

動体の走行時間は、出発時刻と到着時刻が既知であれば、“時間 = 到着時刻 - 出発時刻”の知識(以下、知識 α と呼ぶ)を用いて求めることが出来る。また、走った距離と速さが既知であれば、“時間 = 距離 / 速さ”の知識(以下、知識 β と呼ぶ)を用いて求めることが出来る。2つの動体の走行時間の相対的な大小比較も、開始時刻の順序と終了時刻の順序が既知であれば、知識 α を用いて判断可能な場合が多い(例えば、動体aと動体bが同時に動き始め、動体aが動体bより早く停止すれば、動体aの方が動体bより走行時間は短いと、知識 α を用いて論理的に判断できる)。また、2つの動体の走行時間の相対的な大小比較は、走行距離の大小関係と速さの大小関係が既知であれば、知識 β を用いて論理的に判断可能な場合が多い(例えば、動体aと動体bは、同じ距離を動き、動体aが動体bより速ければ、動体aの方が動体bより走行時間は短いと、知識 β を用いて論理的に判断できる)。本研究の第一著者は共同研究者と共に、2つの動体の運動(等速直線運動)を実際にディスプレイ上に呈示し、思春期の子どもから大学生までの参加者が、2つの動体の走行時間の大小を2つの知識を用いてどのように比較判断するのか、調べてきた。その結果、小学校の高学年生や中学生では、知識 β の方が知識 α より活性化しやすく、また知識 β を用いるときには、しばしば“時間 = 距離”という不完全な知識の使い方をすることが明らかになった(谷村・松田, 1999; 谷村・松田, 2004)。他方、大学生は、一変して常に知識 α で判断しようとする者が多く、また知識 α と知識 β を運動刺激の布置に応じて使い分ける者もかなり存在した(谷村・松田, 2000)。

では、思春期の子どもは、どのような場面においても知識 β の方が知識 α より常に活性化しやすいのであろうか。それとも実際に2つの動体が運動する場面だから知識 β が知識 α よりも活性化したのであろうか。この間に答えるために、谷村・松田(2004)は、文章題を用い

て2つの動体の走行時間の比較を小学5年生に行わせた。その文章題では、2つの動体の距離、速さ、出発時刻、到着時刻の4変数のうち、3変数の大小関係が情報として提示され、参加者には時間の大小関係を判断することを求めている。この場合、例えば、距離、速さ、出発時刻の3変数の情報が与えられていれば、知識 β が問題解決に使用可能であり、知識 α に関係した出発時刻についての情報は余分な情報である(以後、この余分な情報を担う変数を無関連変数と呼ぶ)。したがって、このような文章題により、知識 α と知識 β が適切に使いつけて使用されているか否か、2つの知識がどのように関係づけられているかが推測できる。その結果、出発時刻と到着時刻に加えて距離情報が与えられていたり、距離と速さに加えて時間情報が加えられている場合、かなり正答率の低い問題があった。しかし、彼らの研究では、そのような余分な情報がどの文章題にも含まれていたため、余分な情報が時間比較の判断に与える影響のみを抽出することができなかった。本研究では、文章題を余分な情報を含まない問題と余分な情報を含む問題で構成する。そして、余分な情報をもつ場合ともたない場合の正答率や解答を比較し、5年生の時間の知識構造についてさらに調べることを目的としている。

方法

参加者 公立小学校5年生2学級64人(男女半々)が、学校の算数の時間に参加した。6年生の算数の学習内容である速さ(単位時間あたりに進む距離として、速さを学ぶ)については未履修である。平均年齢は11.3歳($SD=0.3$ 歳)であった。

文章題 文章題は14問あり、その内容は表1-1と表1-2の上欄のようになっている。ここで、 t_1 は出発時刻、 t_2 は到着時刻、 d は距離、 s は速さを表わす。また、 $=$ は二つの動体においてその変数が等しいことを、 \neq は等しくないことを表わす。例えば、 $t_1 =$ 、 $t_2 =$ 、 $d \neq$ の特徴を持つ問題4の内容は次の通りである。

“鈴木さんは、3時に家を出て、自転車に乗って家から10km離れた公園に行き、5時に着きました。佐藤さんは、3時に家を出て、バスに乗って家から40km離れた駅に行き、5時に着きました。鈴木さんが家から公園に行くまでにかかった時間と、佐藤さんが家から駅に行くまでにかかった時間は同じですか、ちがいますか。正しいと思う番号に○をつけてください。”

この問題の場合、正答は、 $t_1 =$ と $t_2 =$ から求められるので(すなわち、正答は“2人ともかかった時間は同じ”)、 $d \neq$ は余分な情報である(距離が無関連変数)。この問題のように、余分な情報は常に正答を妨げるような形になっている($t_1 =$ 、 $t_2 =$ 、 $d =$ というような文章題は、無関連変数の距離が時間の比較判断に妨害的に働くとは思えないので、含めていない)。

解答の選択肢は常に次の三つであった。

1. 鈴木さんの方のかかった時間が長い。

時間の比較判断における余分な情報の効果：小学5年生の文章題の場合

2. 佐藤さんの方のかかった時間が長い。

3. 2人ともかかった時間は同じ。

14問の順序はランダムにし、かつ生徒によって順序を変え、全体として問題の順序効果を相殺した。調査は、算数の授業時間に、算数の教科担任によって“力だめし”として行われた。生徒は自分のペースで問題を解いたので、全問解答の時間は5～14分であった。なお、問題1から問題14の問題文の太字の部分のみが、付録に示してある。

結果と考察

表1-1と表1-2に各問題の特徴と、3選択肢の選択率(%)が示してある。太字が正答率である。問題1～7は知識 α を用いれば正答可能な問題であり、問題8～14は知識 β を用いれば正答可能な問題である。したがって、問題1～7のうち、問題4～7に含まれる距離または速さが無関連変数であり、問題8～14のうち、問題11～14に含まれる出発時刻または到着時刻が無関連変数である。

表 1-1 問題の特徴と問題別の各選択肢の選択率(問題1~7)

変数	問題1	問題2	問題3	問題4	問題5	問題6	問題7	
t_1	=	=	≠	=	=	=	≠	
t_2	=	≠	=	=	≠	=	=	
d				≠	=			
s						≠	=	
選 択 肢	1	2	0	92	12	94	6	8
	2	5	100	6	5	6	9	82
	3	94	0	2	83	0	85	11

表 1-2 問題の特徴と問題別の各選択肢の選択率(問題8~14)

変数	問題8	問題9	問題10	問題11	問題12	問題13	問題14	
t_1				≠	=			
t_2						≠	=	
d	=	=	≠	=	=	=	≠	
s	=	≠	=	=	≠	=	=	
選 択 肢	1	0	11 ^{a)}	95	3 ^{a)}	8	2 ^{a)}	68
	2	3	89	3	21 ^{a)}	89	55 ^{a)}	11
	3	97	0 ^{a)}	2	76	3	43	22

^{a)} 同一問題における2種の誤答の選択率の差が有意(二項検定, $p < .05$).

表1-1と表1-2より、次のようなことが読みとれる。

1. 余分な情報が含まれていない問題1, 2, 3(知識 α を用いれば正答できる問題)と問題8, 9, 10(知識 β を用いれば正答できる問題)の正答率は、89%～100%と高い。すなわち、参加者にとって、知識 α または知識 β を用いて2つの動体の走行時間の大小を比較判断することは、

基本的に容易である。

2. 問題1と問題4, 6, 問題2と問題5, 問題3と問題7の正答率を, 二項検定(以下, 検定は5%有意水準)により比較したところ, いずれも余分な情報により正答率が10%前後低下するものの, 有意な差ではなかった。すなわち, 到着時刻と出発時刻を用いて, 時間の大小の比較が可能であるとき, 速さや距離についての判断を惑わすような余分な情報は, ごくわずかしかな正しい判断を妨害しない。

3.2と同様に, 問題8と問題11, 13, 問題9と問題12, 問題10と問題14の正答率を比較したところ, 問題9と問題12の間にはまったく差がないものの, 問題11と問題13は問題8よりも有意に正答率が低く, 問題14も問題10より有意に正答率が低かった。すなわち, 速さと距離を用いて時間の大小比較が可能であるとき, 到着時刻についての判断を惑わすような余分な情報は, 正しい判断を大きく妨害し, それは, 到着時刻が同じである場合より異なる場合に大きかった。また, 出発時刻が同じという余分な情報は正答率に影響しなかったが, 出発時刻が異なるという余分な情報は正答率をかなり低下させた。

4. 次の3問では, 二項検定により, 有意な誤答の偏りがみられた(付録の問題も参照のこと)。すなわち, 問題9では誤答すべてが, 速い方が時間が長いとするものであり, 同じという誤答はなかった。これは, 時間と速さの反比例関係の理解が十分でない児童がいることを示唆している。問題11の誤答では, 後から出発した方が時間が長いという誤答が88%で, 問題13の誤答では, 後から到着した方が時間が長いという誤答が97%であり, これらの逆の誤答はほとんどなかった。問題11の誤答の結果は意外であるが, 出発時刻であれ到着時刻であれ, “遅い”ということが“時間が長い”ということと結びつきやすいのであろう。

以上の分析は, 結果の全体的理解を次のように助けてくれる。(a) 時間の大小比較の判断には, 到着時刻の同異の影響が大きく, 特に異なる場合の影響が大きい。したがって, 遅く到着した方が長い時間かかっている問題が最も正答率が高く(問題2:100%;問題5:94%), 到着時刻は異なるけれども, 走行時間が等しい場合の正答率が一番低い(問題13:43%)。 (b) 速さと時間の反比例関係の理解が不十分な参加者がいることから, $s \neq$ の情報を含んだ問題の正答率は, やや低めである(問題6:85%, 問題9:89%, 問題12:89%)。 (c) 出発時刻のずれと走行時間の関係の理解が不十分な参加者がいることから, $t_1 \neq$ の情報を含む問題の正答率も, やや低めである(問題3:92%, 問題7:82%, 問題11:76%)。

本研究で得られた結果を, ディスプレイ上に運動刺激を呈示した場合の運動課題の場合(日下部・谷村・藍・松田, 2004; 谷村・松田, 1999, 2000, 2004)と比較してみると, この文章題の場合, 運動課題の場合のように, 知識 β に関わる距離が特に判断へ大きく影響するということはない。このことから, 知識 α を用いやすいか知識 β を用いやすいかは, 課題の種類・特性に依存すると言えるだろう。また, どちらの知識を用いるにしても, この年齢のかなりの児童では知識 α と知識 β が関係づけられて理解されていないことは確かであり, 2つの知識

時間の比較判断における余分な情報の効果：小学5年生の文章題の場合

に関する情報が混在する場合、そのような児童は、最も目立つ特性のみに基づいて、しばしば判断してしまうようである。谷村・松田(2004)も、運動課題と文章題を同じ小学5年生に行い、運動課題において“時間 = 距離”の判断を多用したと思われる者と、文章題において“時間 = 到着時刻”の方略を多用したと推測される者が重なっていることを明らかにしている。

最後に、本研究結果から得られる教育上の示唆として次のようなことがあげられよう。(a) 知識の学習・教育においては、個々の知識の習得だけでなく、知識間の関連の習得も考慮することが重要である。そして、このような文章題は、そのような関連づけを考えさせる上で、有効な教材となりうるのではないだろうか。(b) 算数の授業で使われる教科書の問題に無関連変数の情報が含まれていることは稀である。すなわち、教科書の文章題は、問題解決に必要な手掛かりのみを扱っており、解答する上でどれも必要なものである。他方、現実生活の中での問題解決では、関連変数が何であるかを見つけるところから始めなければならないことも多い。したがって、本研究で用いたような、余分な情報を有する文章題というのは、現実生活の中での問題解決への橋渡しという意味でも有効な教材となりうるだろう。

引用文献

- 日下部典子・谷村 亮・藍 瑋琛・松田文子 (2004). 小学5年生における2つの動体の走行時間と走行距離の比較判断とその学習 発達心理学研究, 15, 27-39.
- 谷村 亮・松田文子 (1999). 中学生が二つの動体の時間の比較判断に用いる知識 発達心理学研究, 10, 46-56.
- 谷村 亮・松田文子 (2000). 二つの動体の走行時間の比較判断に用いる知識 心理学研究, 71, 128-135.
- 谷村 亮・松田文子 (2004). 小学5年生が時間の比較判断に用いる知識と方略：5年生算数「速さ」単元の授業前と授業後の比較 発達心理学研究, 15, 129-139.

付記 本研究は、科学研究費補助金基盤 B(研究代表者 松田文子, 18330143)の援助を受けて行われた。

松田文子・岡崎善弘

付録

問題1：鈴木さんは、3時に家を出て、自転車に乗って公園に行き、5時に着きました。佐藤さんは、3時に家を出て、バスに乗って駅に行き、5時に着きました。

問題2：鈴木さんは、3時に家を出て、自転車に乗って公園に行き、4時に着きました。佐藤さんは、3時に家を出て、バスに乗って駅に行き、5時に着きました。

問題3：鈴木さんは、3時に家を出て、自転車に乗って公園に行き、5時に着きました。佐藤さんは、4時に家を出て、バスに乗って駅に行き、5時に着きました。

問題4：鈴木さんは、3時に家を出て、自転車に乗って家から10kmはなれた公園に行き、5時に着きました。佐藤さんは、3時に家を出て、バスに乗って家から40kmはなれた駅に行き、5時に着きました。

問題5：鈴木さんは、3時に家を出て、自転車に乗って家から10kmはなれた公園に行き、5時に着きました。佐藤さんは、3時に家を出て、バスに乗って家から10kmはなれた駅に行き、4時に着きました。

問題6：鈴木さんは、3時に家を出て、自転車に乗って家から時速5kmの速さで公園に行き、5時に着きました。佐藤さんは、3時に家を出て、バスに乗って時速40kmの速さで駅に行き、5時に着きました。

問題7：鈴木さんは、4時に家を出て、バスに乗って時速40kmの速さで公園に行き、5時に着きました。佐藤さんは、3時に家を出て、バスに乗って時速40kmの速さで駅に行き、5時に着きました。

問題8：鈴木さんは、バスに乗って、時速40kmの速さで、家から40kmはなれた公園に行きました。佐藤さんは、バスに乗って、時速40kmの速さで、家から40kmはなれた駅に行きました。

問題9：鈴木さんは、バスに乗って、時速40kmの速さで、家から40kmはなれた公園に行きました。佐藤さんは、自転車に乗って、時速5kmの速さで家から40kmはなれた駅に行きました。

時間の比較判断における余分な情報の効果：小学5年生の文章題の場合

問題 10：鈴木さんは、自転車に乗って、時速 5km の速さで、家から 10km はなれた公園に行きました。佐藤さんは、自転車に乗って、時速 5km の速さで家から 5km はなれた駅に行きました。

問題 11：鈴木さんは、3時に家を出て、バスに乗って、時速 40km の速さで、家から 40km はなれた公園に行きました。佐藤さんは、5時に家を出て、バスに乗って、時速 40km の速さで、家から 40km はなれた駅に行きました。

問題 12：鈴木さんは、3時に家を出て、バスに乗って時速 40km の速さで、家から 40km はなれた公園に行きました。佐藤さんは、3時に家を出て、自転車に乗って、時速 5km の速さで家から 40km はなれた駅に行きました。

問題 13：鈴木さんは、バスに乗って時速 40km の速さで、家から 40km はなれた駅に行き、5時に着きました。佐藤さんは、バスに乗って時速 40km の速さで、家から 40km はなれた駅に行き、7時に着きました。

問題 14：鈴木さんは、自転車に乗って、時速 5km の速さで家から 10km はなれた公園に行き、5時に着きました。佐藤さんは、自転車に乗って時速 5km の速さで家から 5km はなれた駅に行き、5時に着きました。

松田文子・岡崎善弘

Effects of unnecessary information in textual mathematical problems
on the comprehension in 5th grade students

Fumiko Matsuda & Yoshihiro Okazaki

The effect of unnecessary information contained in textual mathematical problems on the comprehension of the problems was investigated. Participants were 64 fifth grade students. They solved 14 problems, each of which contained either two or three types of information, out of four types of information about two traveling persons: distance, speed, starting time, and arrival time. The participants judged which person traveled for a longer duration. The results are discussed from the perspective of understanding the relationship between two types of knowledge regarding duration: “duration = arrival time – starting time” and “duration = distance / speed”.

Key words: Duration judgment, Unnecessary information, Textual mathematical problems, 5th grade students