文京学院大学人間学部研究紀要 Vol. 24, pp. 11 ～ 22, 2023. 3

初等教育教員養成課程の大学生における文章題の思考停止の反応に関する一考察

加藤　竜吾*

本稿の目的は，児童が文章題（Word Problem）を解く場合，現実的な思考様式（RR）により問題解決を行うことが出来るようになるためには，小学校教諭を希望する初等教育教員養成課程の大学生段階からは現実的な思考様式ができるようになっている必要があることを明らかにすることである．

結論として，問題的なアイテム（P-item）を含む文章題を小学生，高校生に行った場合と比較し，全体的な傾向として，大学生はより現実的な反応を示す傾向が高いことが明らかになった．一方で，文章題により，相変わらず問題解決で思考を停止させる傾向があると思われることも明らかになった．更に，算数科指導法の学業成績と現実的な思考様式をすることに相関性はほとんどないことも分かった．

今後の課題としては，第一として，非現実的な思考様式（NR）が現実的な思考様式（RR）に変化した理由の個別精査，第二として，算数科及び算数科指導法における 2 ～ 3 年次を中心とする学生への指導方法の工夫をすることで変化をするか否かについての精査を行うことが考えられる．

Key words：文章題，思考の停止，P-item，NR，RR

1．はじめに

改訂された小学校学習指導要領算数科（文部科学省；2019）では，これまでの算数的活動が数学的活動に改められた．算数・数学科の学習においては，これまでも目標の一つとして，日常の事象について見通しをもち筋道を立てて考えることは，数学的活動が取り上げられてから，20年余りの間，学習指導要領の中でも目標とされていた．しかし今回は，小学校・中学校・高等学校において，数学的に考える資質・能力を育成することと日常の事象を数理的に処理することが一層明確化されたことになる．

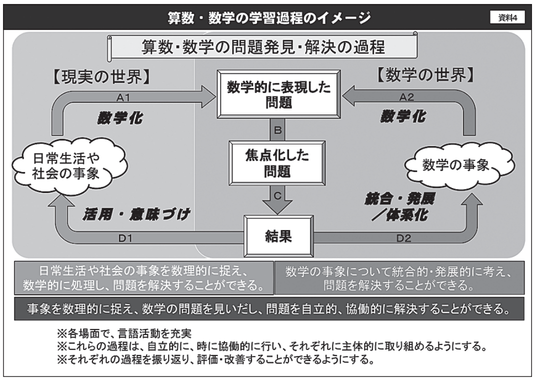

図1　算数･数学の学習過程のイメージ
（文部科学省;2019, p. 8）

図 1 で示された「算数・数学の学習過程のイメージ」においても，これまでの算数・数学的活動では【数学の世界】における数学の事象を数学化して解くことが重要視されていた．しかし，今後は，【現実の世界】における日常生活や社会の事象を数学化して解くことも求められることになる．

＊文京学院大学教職課程センター

一般に，日常の事象である現実の事象を数学的に解くことは，学校教育においては「文章題」などの適用問題などとして取り扱われることが多い．しかし，児童・生徒にとって算数・数学科における「文章題」は，現実に限りなく近いような設定をしながら，かなり理想化された架空の問題を設定していることが少なくない．その理由として，次の３点が考えられる．第一の理由としては，現実の世界における日常生活や社会の事象を解決する上で煩瑣な計算処理を行わなければならないため，できる限り計算をしやすくさせることを重視していることである．第二の理由としては，児童・生徒に必要な四則演算等，数学的な本質的部分に着目させたいため，余分な要素を割愛していることである．第三の理由としては，限られた学習時間の中で最大限必要なことを学ばせるために，応用問題等である適用問題に配当する授業時間が十分に与えられていないことである．

一方で，児童・生徒も上級学校への受験指導などの弊害のため，「文章題」について「これはあくまでも算数・数学の問題であるから理想化されたものである」というような算数・数学科における社会文化的な暗黙知によって，現実の世界で起こりえる事象の知識を用いずに機械的に解答したり，結果か立式した式を満たすため現実的な解の吟味を合理的に行わなくなったりする傾向があることも考えられる．

そのため，児童・生徒は，算数・数学科における「文章題」を，あくまでも算数・数学における問題としてしか捉えなくなり，解決した結果の活用・意味づけ（図１におけるＤ１の部分）について現実的な問題点に無関心になり，思考することを停止させる“suspension of sense-making”傾向がある（Verschaffel, L.；2000a, 2000b）と筆者は考える．

これらのことは，児童・生徒の発達段階に応じた適切な対応等で解消していくものである．しかし，このような学校教育を過ごしてきた初等教育教員養成課程の学生が，小学校教諭として児童に指導する上で，日常の生活や社会の事象を十分に加味できなければ，指導を受ける児童は，一層，思考することを停止させる傾向が高くなるのではないかと考える．

加藤（2000）及び加藤・黒木（2003）は，この問題に対して，高校生段階では小学生より現実的な思考ができる傾向にあることを調査・研究してきた．そこで本稿では，「文章題」指導における問題点をいくつかの先行研究から検討し，算数科におけるいくつかの「文章題」の事例（Verschaffel, L., De Corte, E., & Lasure, S.；1994）を初等教育教員養成課程の算数科指導法を受講している学生に対して，どの程度現実的な問題解決を行うことができるかを調査し，現実に照らした合理的な判断をさせていくための方向性を検討することを目的とする．

２．「文章題」指導の先行研究

「文章題」の歴史は古い．「文章題」は，戦前では「イロイロナ問題」，「応用問題」等として扱われていたが，戦後の生活単元学習では「書かれた問題」，「事実問題」等として扱われていた．「文章題」という名称は，問題解決学習が中心となってきた頃までに定着してきたものと考えられる．

「文章題」の解の吟味に関する研究も非常に多い．これは，授業で「文章題」を取扱うことは容易であるが，解の吟味や意味理解に難しさがあるからである．先行研究としては，小学校段階における研究では，上野（1995）の文章題の躓きを視点とした研究，Yoshida ら（1997）の日本とベルギーの注意力を喚起させた場合の児童の反応を国際比較した研究，近藤（2000）の演算決定に着目した研究などがある．中学校段階における研究では，竺沙（2000）の現実的知識に基づく解の修正吟味と学力差による差異の研究などがある．また，高等学校段階における研究では，金田（2002）の不備のある算数文章問題に対する小学生と高校生の解決方略の違いに着目した研究がある．近年における研究では，石橋・上ヶ谷（2019）の中学生を対象とした解の吟味の研究，伊藤（2020）の文章題解決過程にみる演算決定能力の発達に関する研究，滝・辻（2021）の文章題音読に対する教師の意識調査の研究などがある．

これらの多くは，小学校を中心とした対象学年にいずれもそれぞれの学年段階における児童・生

徒の解の解釈に着目した研究となっている．解の解釈に関する先行研究の多くは，「文章題」指導の課題が，多くの社会経験をしていない，小学校の児童に対して現れることが多いからではないかと考える．そのため，調査研究の対象年齢も小学校段階に限られたものが多い傾向にある．従って，現実の世界における思考がどの発達段階からできるようになるのかは分かっていない．

Schroeder, T. L. & Lester, F. K., Jr. (1989) は，問題解決過程における現実世界と数学の世界の間で何度もやりとりすることが重要であると指摘している．一方で，多くの社会経験がなければ適切で良い結果を得ることは難しいと考える．

「文章題」指導における解の吟味に関する研究の多くは，より適切な解を求めることに着目させるための手続き的なものが多く，指導者側の教育観に左右されるものになっていると考える．

3．「文章題」指導の本質的な課題

ここで，現在の学校教育における「文章題」指導の本質的な課題について検討する．第一章でも「文章題」が理想化された架空の問題であると述べたように，筆者は，本質的な課題が，第一として，児童・生徒たちに「文章題」指導を行う場合，「算数・数学的な意味を理解させるために余分な思考を停止させる指導」，第二として「受験指導などの算数・数学的な問題に慣れてしまっている児童・生徒たちが，計算の煩雑さや算数・数学の問題だから非現実的な解も解として認めてしまっても良いという指導」にあると考える．つまり，小・中・高等学校の算数・数学の教員や大学の研究者などの中には，「児童は，演算決定の概念の難しさを有しているから，四則演算のどれを使うとかというような数学的で本質な部分を理解させることが大切だから，余分な思考はさせるべきではない」という考えの教員もいれば，「日常の生活や社会の事象で役立つことが大切なのだから，文章題などの場合は，結果の解の吟味を十分に行い，現実の世界に適用できなければならない」という考えの教員もいると思われるからである．

筆者は，これら「思考させることを停止させる」数学教員と「思考が停止する」児童・生徒たちの現状という二つの側面があることが「文章題」指導を難しくしている原因であり，本質的な課題であると考えている．従って，算数・数学的な意味の理解をさせつつ，現実の世界への適切な解を求めさせていくことが，これからの「文章題」の作成と指導に必要なことであると考える．

次に，Verschaffel ら（1994）の現実的な反応に基づく思考について検討し，児童の思考様式について検討する．

4．Realistic Reaction と Non-realistic Reaction

児童が「文章題」を日常生活や社会の事象に照らして問題を解くことは，大切なことである．この問題解決をするためには，多くの条件要素を含んだ問題として捉えていくことが求められる．

Verschaffel は，「文章題」を次の 2 点のタイプがあると指摘している．

「●標準的（standard）な文章題（S-item）とは，与えられた数を最適な代数的操作で解き，議論の余地のない解を与える文章題のこと．
●問題的（problematic）な文章題（P-item）とは，現実的な説明を求めたときに数学的モデルが明確でなく，議論の余地を残す解を与える文章題のこと．」（Verschaffel, L.；2000b, 2000c）

ここで述べている標準的な文章題（S-item）と問題的な文章題（P-item）は，次に掲げるような例として考えると分かりやすい．

S-item の例：12［m］のひもを1.5［m］ずつに切ります．いくつに切ることができますか．
P-item の例：12［m］の距離のある 2 本のポールにひもをつなげたいと思います．しかし，1 本のひもの長さは，1.5［m］です．12［m］のポールにひもをつなげるためには，何本のひもが必要ですか．

これら 2 つの文章題は，算数・数学的な思考として演算決定能力を育成させる目的としては，12

÷1.5という等分除の問題として除法に着目させることは同じである．S-itemの例では，その演算結果の数学的な解を現実的な解と適用することができるのに対して，P-itemの例では，ひもとひもの接続部分について，どのように処理をするのかを議論しなければ現実的に適切な解とすることができないことに差がある．

一般にこのようなP-itemの文章題は，日常生活や社会の事象に照らして問題の文脈に合わせて解かなければならない．

Verschaffelら（1994）は，このようなP-itemの文章題を児童が現実的で適切な理由付けをして解答した場合は「現実的な反応（Realstic Reaction：RR)」として記録し，計算結果だけであったり，現実的で適切な理由でない解答をしたりした場合は「非現実的な反応（Non-realistic Reaction：NR)」として記録することで，P-itemの文章題に対する小学生のRRの反応状況を分析した．それらの結果が表１（Verschaffel, L., De Corte, E., & Lasure, S.；1994）である．

例えば，Friend item［P１］の「Carlは５人の友達がいて，Georgeは６人の友達がいます．二人で一緒にパーティをして全員呼ぶことになりました．パーティにくる友達は何人ですか？」では，それぞれの友人に共通の友人がなく，それぞれの５人，６人の友人の中に，George，Carlがそれぞれ含まれているという理由付けができれば，足し算問題として５+６=11人を適切な解答とすることができるので，RRとしての反応とみることができる．しかし，単に５+６=11人としただけであったり，友人の中に共通の友人がいるのか，自分自身は相手の友人なのかを議論しなかったりした場合はNRの反応とみることができる．従って，単に演算過程だけで思考様式は決定することができない問題がP-itemの文章題である．

この研究報告では，RRとして考えP-itemに反応した児童は全体でわずかに17［%］だけであった．更に，これらの傾向は，ベルギー，ドイツ，日本，北アイルランド等の小学生も同様の傾向であることも報告されている．従って，日本のみならず，諸外国の児童も，P-itemの文章題について，思考を停止する傾向にあることが分かっている．

しかし，発達段階が進むことで児童・生徒・学生が多くの経験をすることで，高度な視点から問

表1　Ten P-items involved in Verschaffel et al.'s (1994) study　RR:Total　17%

P 1	Carl has 5 friends and Georges has 6 friends. Carl and Georges decide to give a party together. They invite all their friends. All friends are present. How many friends are there at the party? (*Friends item*)	RR：11%
P 2	Steve has bought 4 planks each 2.5 metres long. How many planks 1 metre long can he saw from these planks? (*Planks item*)	RR：14%
P 3	What will be the temperature of water in a container if you pour 1 litre of water at 80° and 1 litre of water at 40° into it? (*Water item*)	RR：17%
P 4	450 soldiers must be bussed to the their training site. Each army bus can hold 36 soldiers. How many buses are needed? (*Buses item*)	RR：49%
P 5	John's best time to run 100 metres is 17 seconds. How long will it take him to run 1 kilometre? (*Runner item*)	RR：3%
P 6	Bruce and Alice go to the same school. Bruce lives at a distance of 17 kilometres from the school and Alice at 8 kilometres. How far do Bruce and Alice live from each other? (*School item*)	RR：5%
P 7	Grandfather gives his 4 grandchildren a box containing 18 balloons, which they share equally. How many balloons does each grandchild get? (*Balloons item*)	RR：59%
P 8	Rob was born in 1978. Now it's 1993. How old is he? (*Age item*)	RR：3%
P 9	A man wants to have a rope long enough to stretch between two poles 12 metres apart, but he has only pieces of rope 1.5 metres long. How many of these pieces would he need to tie together to stretch between the poles? (*Rope item*)	RR：0%
P10	This flask is being filled from a tap at a constant rate. If the depth of the water is 4 cm after 10 seconds, how deep will it be after 30 seconds? (*Flask item*)	RR：4%

題を分析でき，RRの傾向が高くなることが考えられる．即ち，モデリング（Verschaffel, L., Greer, B. & De Corte, E.；2000a）をすることで，日常生活や社会の事象を数学化して解くことが出来ると考えられるからである．

筆者は，これらの調査問題の結果について，小学生を指導する小学校教諭が文章題のP-itemについて十分理解し指導できなければ，児童は適切に算数の文章題を議論することができないのではないかと考える．そこで，算数科指導法の講義を受講した初等教育教員養成課程の学生に行った場合，どのような反応の変化が現れるか，そしてそのためにどのように学生へ指導していくべきかを検討していくことが必要であるかについて次に述べる．

5．初等教育教員養成課程の学生によるRR思考

(1) 調査の目的

文章題の問題を初等教育教員養成課程の学生は，現実的に考え，問題解決を図る割合が小学生段階よりも十分高いことを確認することを目的とする．

(2) 実施時期及び対象学生・質問紙調査の内容

実施時期：令和4年7月26日(火)・8月2日(火)
実施学校：令和4年度算数科指導法履修の学生
対象生徒：3年生及び4年生（40人）

なお，P1からP10までの調査問題は，Ten P-items involved in Verschaffel et al.'s (1994) study から引用し，P11は独自の調査問題として一緒に出題したものである．

(3) 調査の方法

算数科指導法履修中の学生を対象に第15回の講義の後半における定期試験の一部を利用し実施した．なお，学生には調査内容等について事前に周知していない．また，第15回の講義の前半で「算数・数学の学習過程のイメージ」について講義をし，一般論として現実の世界における過程を教師自身が十分に理解していることの大切さについて触れている．加えて，調査結果は算数科指導法の成績には反映しないものとした．内容は，（表1）のP-itemを含んでいる問題を日本語訳した質問紙調査（表2）の形で実施した．このうち，P11については，P-itemを含む独自の調査問題とした．なお，被験者はこの小学校教諭一種免許状の取得を希望する学生が中心である．

表2　質問紙調査の内容

次の各問P1～P11それぞれに答えなさい．その際に計算結果の他に理由も述べること．

P1	Carlは5人の友達がいて，Georgeは6人の友達がいます．二人で一緒にパーティをして全員呼ぶことになりました．パーティにくる友達は何人ですか？
P2	Steveは，2.5mの長さの板を4枚買いました．彼は，これらの板から何枚の1mの板を作ることが出来るでしょうか？
P3	もし，1リットル80℃の水と1リットル40℃の水を加えたら何℃の水になりますか？
P4	450人の兵隊が練習場にバスで行きます．36人ずつ乗ると何台のバスが必要ですか？
P5	Johnの100mのベストタイムは17秒です．彼は1kmを走るのに何秒かかるでしょうか？
P6	BruceとAliceは同じ学校に通っています．Bruceは学校から17kmのところ，Aliceは学校から8kmのところに住んでいます．二人の家の距離はいくらですか？
P7	祖父は，風船が18個入った箱の中の風船を4人の孫に平等に与えます．互いの孫は，それぞれ何個ずつ風船をもらえるでしょうか？
P8	Robは1978年生まれです．そして今は1993年です．彼は何歳ですか？
P9	男は12m離れたポールの間をロープで張りたいと思っていますが1.5mの長さの一対のロープしかありません．ロープを張るには何対のロープが必要ですか？
P10	三角フラスコに一定の量ずつ水を入れます．今，4cmの深さになるまで10秒かかりました．30秒後の深さはどれくらいですか？
P11	6羽の鳥が木にとまっています．突然，ハンターが2羽を撃ちとりました．木には，何羽の鳥がまだ残っていますか？4羽，3羽，2羽，1羽，0羽の中から選び，その理由を併せて答えなさい．

(4) 結果

解答は，各問について計算式，解答及びその理由を記入させた．その集約結果を表3～表13に示す．

表3　P1の回答割合[%]

P 1	回答人数	[%]
11人（NR）	26	65.0
13人（RR）	11	27.5
9 人（RR）	0	0.0
11人以下（RR）	1	2.5
他	2	5.0
NA	0	0.0

P 1 は，Carlの友達 5 人とGeorgeの友達 6 人の内訳が明確になっていない点でP-itemとなっている問題である．単純合計した 5 + 6 =11人と答えた場合がNRとしての解答である．13人と答えた場合は，CarlとGeorgeは互いの友達の人数に含めないとした場合であり， 9 人と答えた場合は，CarlとGeorgeは互いの友達の人数に含めるとした場合のRRとしての解答である．11人以下とした場合は，それぞれの共通の友達がいる場合を想定する場合である．これらの解答をした学生は，そのような理由付けがされていた．しかし， 9 人と答えた学生はおらず，11人以下， 6 人から11人以下の共通の友人に触れた生徒は僅か 1 人だけであった．従って，RRと考えられる解答をした学生は12人30.0［%］だけであった．

表4　P2の回答割合[%]

P 2	回答人数	[%]
10枚（NR）	24	60.0
8 枚（RR）	10	25.0
10枚（RR）	3	7.5
他	3	7.5
NA	0	0.0

P 2 は，板の端数をどのように取り扱うかがP-itemの問題となっている．単純に掛け算し2.5× 4 =10枚と答えた場合がNRとしての解答である．0.5［m］となった端数の板を含めた議論をできるかどうかがRRかNRかの差となっている．10枚（NR）と答えた学生は，端数の板について繋げる等の対応策の理由を示さずに計算上だけで回答した場合である．0.5［m］の端数板を使用せずに 8 枚と解答した学生と何らかの接着剤等を利用して端数板からも 1 ［m］の板を作ることで10枚と解答した学生をRRとした．従って，RRと考えられる解答をした学生は13人32.5［%］だけであった．

表5　P3の回答割合[%]

P 3	回答人数	[%]
60℃（RR）	25	62.5
40℃（NR）	7	17.5
120℃（NR）	3	7.5
NA	4	10.0
他	1	2.5

P 3 は，熱伝導の問題である．一般には，二階偏微分方程式として時間変化による拡散方程式を解くことにより解を求めるので難しい．この議論を避けている点だけでP-itemであるが，時間変化の中でも単純に80℃の水と40℃の水の熱エネルギーが周囲に失われることなく，均一に混ざるものして日常生活場面での取扱いを考えれば，中間温度以下と考えられることがRRとしての妥当な解答である．60℃と答えたもののうちこのことに触れた者をRRと判断し，25人62.5［%］であった．

一方で，1 リットルの水と 1 リットルの水を“加える操作”として加法を行い，80+40=120℃と答えた学生も 3 人7.5［%］いた．水量と温度の加算を同値と考えたものである．単純に“加える”操作を温度も加算されるという（NR）による反応であり，加えて日常生活で水の温度が100℃を超えているという思考は，非常に懸念される学生の反応であると考えられる．一般に密度の異なる液体を加えた場合も，量の単純加算とはならないことも理解できていない可能性もある．その点でも懸念されるところである．

表6　P4の回答割合[%]

P 4	回答人数	[%]
13台　（RR）	33	82.5
12.5台（NR）	3	7.5
12台　（NR）	1	2.5
他	3	7.5
NA	0	0.0

P４は等分除の割り算問題であるが，端数は切上げ等をする対応をしなければならないP-itemの問題となっている．450÷36=13･･･20として余りの20人がいるため13台と回答した場合をRRとした．解答した学生はいなかったが，効率性を考えて小型バスやバンなどを加える13台とする解答や１台～13台として何回か往復する，12台までに乗れなかった兵隊は訓練のために歩き等の解答があった場合もRRに含めて良いと判断する．この問題は33人82.5［%］の学生が切り上げて13台と解答したが，余りを考えずに割り算し12.5台と解答した学生や単純に切捨てて残りの兵隊の対応について議論しなかったNRの反応を示した学生が４人10.0［%］もいた．

表7　P5の回答割合[%]

P５	回答人数	[%]
170秒（NR）	30	75.0
170秒以上（RR）	4	10.0
他	6	15.0
NA	0	0.0

P５は，短距離走のタイムを長距離走で単純に適用できない点におけるP-itemの問題となっている．200［m］走位ならトップスピードのまま100［m］走よりも早くなることは有り得るが，この設問で170秒以内と答えた学生はいない．170秒（２分50秒）以上と答えた学生４人10.0［%］とその他で“比較しようがない”などと答えた４人10.0［%］を併せて，RRと考えられる解答をした学生は８人20.0［%］であった．

表8　P6の回答割合[%]

P６	回答人数	[%]
9 km（RR）	16	40.0
9 km～25km（RR）	8	20.0
25km（NR）	10	25.0
他	6	15.0
NA	0	0.0

P６は，BruceとAliceと学校の位置関係が明確でないところがP-itemである．道のりについての議論をしない立場であれば，学校を中心とするアポロニウスの円周上の点が３個所の位置関係となる．このことを含めて議論ができていた25［km］と解答した学生を含めて，Bruceからの通学路上にAliceの家があると考え９kmと解答した学生を含めて，RRと考えられる解答をした学生は24人60.0［%］であった．

表9　P7の回答割合[%]

P７	回答人数	[%]
４個（RR）	35	87.5
4.5個（NR）	3	7.5
４個～５個（RR）	0	0.0
他	2	5.0
NA	0	0.0

P７は包含除の割り算問題であるが，余りの風船についてどのように処理をするのかを考えなければならない点がP-itemである．ほとんどの学生は平等に分けることを考慮したため余りの２個は分けないものとすると回答した学生が多い．風船を分ける上で何らかの優先順位を設定し，４個～５個と答えた学生はいなかったがこれもRRと考えられる．従って，RRと考えられる解答をした学生は35人87.5［%］だけであった．

表10　P8の回答割合[%]

P８	回答人数	[%]
15歳（NR）	30	75.0
14歳～15歳（RR）	4	10.0
16歳（NR）	1	2.5
他	5	12.5
NA	0	0.0

P８は，誕生日が来ているか否かで変わる点で明確でないところがP-itemである．単純に引き算問題として1993−1978=15歳と答えた学生はNRである．また，16歳と答えた学生は“数え”でと答えたわけではないためこれらはNRとしての反応である．従って，RRと考えられる解答をした学生は４人10.0［%］だけであった．

表11　P9の回答割合[%]

P９	回答人数	[%]
8 対（NR）	30	75.0
9 対以上（RR）	2	5.0
他	7	17.5
NA	1	2.5

P９は，等分除の割り算問題であるが，結び目について議論しなければならない点でP-itemである．８対のうち，“末端どうしをテープで結ぶ”等と答えられた場合は，RRとして考えられるがそのように指摘した学生はいなかった．RRとして考えられる解答をした学生は，結び目について考慮し９対以上と答えた２人5.0［%］のみであった．

表12　P10の回答割合[%]

P10	回答人数	[%]
12［cm］（NR）	28	70.0
12［cm］以上（RR）	6	15.0
12［cm］以下（NR）	0	0.0
他	6	15.0
NA	0	0.0

P10は，三角フラスコの断面と高さの割合が明確でないと議論ができない点でP-itemである．単純に掛け算・割り算問題として４×(30÷10)＝12［cm］という解答をしている学生はNRとしての反応である．中には，“三角フラスコ”がどのような器具であるのかが理解できていないと思われる解答の学生もいたことも危惧されるところである．従って，フラスコの断面積が細くなることで液面上昇が早くなるので時間が短くなることを指摘しRRと考えられる解答をした学生は６人15.0［%］だけであった．

P11は，Verschaffel et al.'s (1994) とは別に設定した独自の引き算問題ではある．単純に6−2=４羽とするだけでは周辺環境について議論できていないためP-itemと考えられる．鳥がハンターの銃声に驚くことで，撃ち落された鳥以外の鳥の離散状況や撃ち落すことができなかった鳥がいた場合の鳥の状況，銃声にも動じない鳥がいた場合の反応

表13　P11の回答割合[%]

P11	回答人数	[%]
4 羽（NR）	17	42.5
3 羽（NR）	0	0.0
2 羽（NR）	4	10.0
1 羽（NR）	0	0.0
0 羽（RR）	18	45.0
他	0	0.0
NA	1	2.5

も含めて議論するといずれの解答もRRとして取り扱うことが可能な問題である．ここでは，便宜的に社会通念上，撃ち落したか否かを問わず，銃声に反応して全ての鳥が離散したと考える反応が適切であると判断し，０羽と解答した学生18人45.0［%］をRRとしたが，計算問題を問う文章題としては適切性に欠けることを指摘することが望ましい問題であると考える．

なお，P１からP10までのトータルでRRと考えられるのは35.5［%］であった．

６．議論

(1) 小学生・高校生と大学生との結果の比較

今回の調査結果では，Verschaffelらの日本を含む各国の小学生のデータと日本の初等教育教員養成課程の一部の大学生だけ及び日本の一部の高校生のデータを基に分析したものであり，対象児童・学生・生徒の母集団と調査対象時期が異なる上，日本語への翻訳上のニュアンス上の違い，調査結果のRR判断基準も完全に統一できているものではない．そのために，これらの結果を一概に比較することはできない．しかし，図２の各問に対するRRを示した割合にも示されるように，単純比較をすることによっても小学生段階におけるRRと示した17.0［%］(Verschaffel et al.；1994) 及び高校生段階の26.4［%］より，初等教育教員養成課程の大学生の方がRRの方が高い割合の傾向を示したことが分かる．

この結果から特徴的なのは，小学生も高校生も大学生もRRの値は同じ傾向を有していることが考えられることである．χ^2検定を行った結果，p

値は小学生と高校生で1.25×10^{-7}，小学生と大学生で3.78×10^{-30}，高校生と大学生で8.93×10^{-12}でいずれも 5 ［%］水準で有意であった．

特に，小学生と高校生が示したRRの割合に対して大学生の割合が増加した項目は，P 6，P 3，P 4 である．

School itemでは，4 年生の算数科の距離と道のりで取り扱われる内容に関連する．小学生は，学校と二人の家の位置関係を直線的に考えてしまいがちなのに対して，大学生や高校生は 2 次元的に考えることができるための差であると考えられる．今回の定期考査の際中にも，一部の学生から試験中に「条件要素が整っていないのではないか」という質問が複数あったことからも推察される．

Water itemでは，水量が同じなので，平均の概念から双方の平均の温度にすればよいという考えからRRの反応が増加したものと考えられる．高校生から大学生についても増加しているが，これは加藤（2000）の高校生に対する調査は，統計に関する学習が中学校・高等学校の数学科でほとんど取り扱われていなかった頃のものであるため，現在の大学生の既習状況の差が表れたものと考えられる．

Buses itemでも，単純に切り上げて13台と答えたことのみならず，複数の学生が 1 台だけ残りの20人を載せるという解答をせず，1 台あたりの乗車人数を34～35人にして13台にするということまで言及していた．1 台あたりのバスにゆとりをもたせる考えは，コロナ禍における現代社会の様相を反映しているように感じられた．

一方で，RRの大学生は増加しているが，あまり大きな増加となっていない項目は，P 9，P 8 などである．

Rope itemでは，等分除にされないようにするため，敢えて「～本」とは聞かず，「～対」という設問にしたが，第 4 章で述べたP-itemの例による質問をした方がRRの反応はより増加したかもしれない．

Age itemでは，与えられた条件だけでは複数の答を考えられる問題である．そのため，「算数・数学の答は常に一つである．」という固定観念から脱却できない大学生の反応にもなっていると考えられる．

次に，大学生でもRRの反応が伸びない原因についてP10，P 5 を基に考察したい．

Flask itemとRunner itemでは，共通して言えることとして，与えられた条件から一意に定まる正確な答えを求めることができない問題である．同様のことはP 9，P 8 でも該当する．定期試験での出題という環境もあるため，大学生も正確な数値が求められないことで思考停止をする反応があることが考えられる．

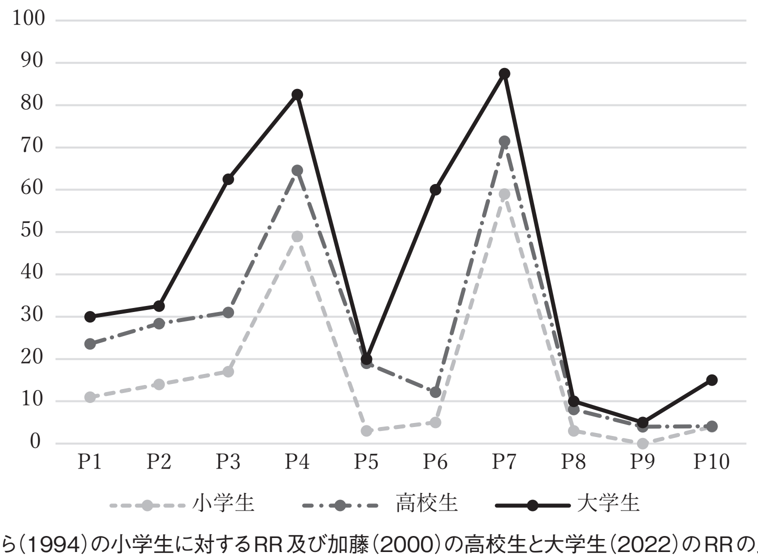

図2　Verschaffelら（1994）の小学生に対するRR及び加藤（2000）の高校生と大学生（2022）のRRの比較　縦軸［%］

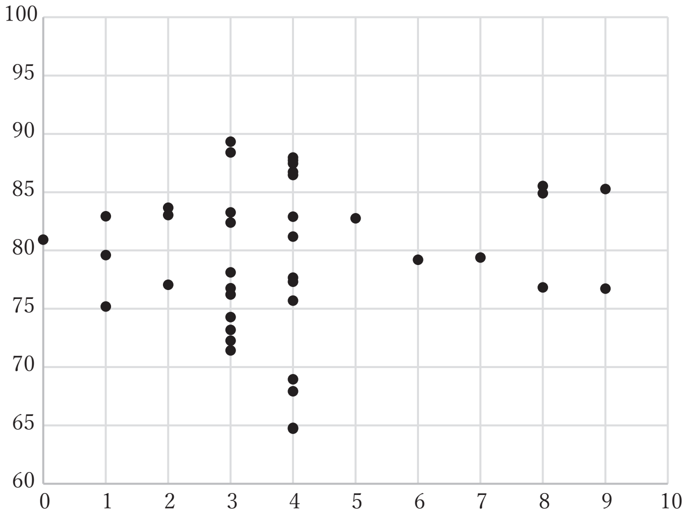

図3　初等教育教員養成課程の学生の算数科指導法の成績とRRの反応個数との相関関係　縦軸 成績[点]･横軸 RRの反応[個数]

このような状況は，現実事象を扱う場合よく起こり，計算結果が複雑な場合や結果に誤差が含まれる場合，多様な解答を考えられる場合にその傾向がみられると考えられる．

(2) 算数科指導法の成績との比較

次に，大学生の算数科指導法の成績とRRの反応の関係について考察してみる．図３は，学生のRRの反応を示した個数に対する算数科指導法の成績結果である．学生全体では，RRの反応を示した一人当たりの学生の個数は3.95個であった．これを100点満点（60点以上が合格）とした40人の算数科指導法の素点を当てはめた結果の相関係数は，0.0878であった．図３を見ても明らかなように，算数科指導法の成績が高い学生のRRの反応が高いとは限らないことが分かる．この結果だけでは明確な判断はつかないものの，算数の成績の善し悪しが必ずしもRRの反応に直結するものではないようである．今回の調査結果からは，小学校教諭が算数の指導をしていく上では，算数の知識以外の要素も十分に取り入れながら，文章題を取扱うことが必要であると考える．

７．結語と今後の課題

結論として，「文章題」の解法において大学生は，問題的なアイテム（P-item）を含む文章題を小学生，高校生に行った場合と比較し，より現実的な思考を行い数学的な結果を現実場面にフィードバックすることができる傾向にあることが分かった．一方で，学校教育において日常生活や社会の事象を数学化して解くことがまだ十分行われていないことや受験教育などの弊害から単に結果を求めることに終始し，相変わらず問題解決で思考を停止させる傾向があると思われることも明らかになった．更に，算数科指導法の学業成績と現実的な思考様式をすることに相関性はほとんどないことも分かった．

今後の課題として，今回は全体傾向の調査分析だけであったため，NRがRRに変化する理由の個別精査や算数科指導法等における学生への指導方法の工夫による変化を考察していくことが考えられる．

引用文献

竺沙敏彦．(2000)．文章題解決における解の吟味に関する調査．全国数学教育学会誌　数学教育学研究，6,. 119–124.

石橋一昴・上ヶ谷友佑．(2019)．数学的モデル化の観点から見た学習者の解の吟味を支援する教材の条件：方程式の文章題を中学 ２ 年生が解決する過程の分析を通じて．科学教育研究，43 (4).

pp.333-344.
伊藤正敏.（2020）. 文章題解決過程にみる演算決定能力の発達に関する研究. 日本科学教育学会研究会研究報告，35（3）. pp. 113-116.
金田茂裕.（2002）. 不備のある算数文章問題に対する小学生と高校生の解決方略. 京都大学大学院教育学研究科紀要，48. pp.468-477.
加藤竜吾.（2000）. 発達段階における子どもの文章題解法の思考変化に関する研究：高校生による質問紙調査の結果から. 日本数学教育学会，第33回数学教育論文発表会論文集，223-228.
加藤竜吾，黒木伸明.（2003）. 高校生の現実問題における問題解決の数学の学力による影響について. 数学教育学会誌43（３・４），pp.17-26.
近藤裕.（2000）. 文章題解決における演算決定について－小学１年生と６年生の解決の様子から－. 日本数学教育学会，第33回数学教育論文発表会論文集，235-240.
文部科学省.（2019）. 小学校学習指導要領〈平成29年告示〉解説　算数編. 日本文教出版.
Schroeder, T. L. & Lester, F. K., Jr.（1989）. Development Understanding in Mathematics via Problem Solving. Trafton, P. R. & Shulte, A. P.（eds.）. National Council of Teachers of Mathematics. 1989. YEARBOOK. New Directions for Elementary School Mathematics. pp.31-42.
滝奏音・辻宏子.（2021）. 算数科における文章題音読に対する教師の意識調査. 日本科学教育学会研究会研究報告，36（2）. pp. 13-16.
上野隆司.（1995）. 文章題の解の解釈の様相.（上越）数学教育研究，10，43-52.
Verschaffel, L., De Corte, E. & Lasure, S.（1994）. Realistic considerations in mathematical modelling of school arithmetic word problems. Learning and Instruction, 4, 273-294.
Verschaffel, L., Greer, B. & De Corte, E.（2000a）. Making Sence of Word Problem. Lisse. The Netherlands, Swets & Zeitlinger.
Verschaffel, L.（2000b）. Real-World Knowledge and the Modeling of School Word Problems. Abstracts of Plenary Lectures and Regular Lectures, The 9 th International Congress on Mathematical Education, 118-119.
Verschaffel, L.（2000c）. Real-World Knowledge and the Modeling of School Word Problems. Regular Lectures 42, The 9 th International Congress on Mathematical Education. Handout.
Yoshida, H., Verschaffel, L., & De Corte, E.（1997）. Realistic considerations in solving problematic word problems: Do Japanese and Belgian children have the same difficulties ?. Learning and Instruction, 7, 329-338.

（2022.9.7受稿，2022.10.19受理）