

令和 2 年度 修士論文

国語の学力と数学的文章題における
意味理解の関係性に関する一考察

A Study of the Relationship between Academic Skills in the Subject of Japanese and
Comprehensive Understanding in Math Word Problems

高知工科大学大学院 工学研究科 基盤工学専攻

高度教育実践コース

1235076 織田佳乃子

目次

はじめに.....	1
序章.....	2
第1節 基礎学力としての読解力.....	2
第2節 先行研究の概観と本研究の課題.....	4
第1章 数学文章題における意味理解.....	7
第1節 数学文章題の問題解決と国語の文章理解の関係性.....	7
第2節 問題解決学習の観点から見た数学文章題.....	9
第2章 中学2年生における数学文章題と国語の関係性.....	11
第1節 調査方法.....	11
第2節 結果.....	14
第3節 全体考察.....	35
第3章 インタビュー調査.....	38
結章.....	45
引用および参考文献.....	46
添付資料.....	49
おわりに.....	58

はじめに

私は修士1年のとき、中学校で約4か月間、週に2日と半日の頻度で実習させていただいた。実習中は、中学1年生の各クラスに日替わりで入らせていただきつつ、3学年の数学の授業を見学し、そのうち中学1年生・中学2年生の数学の授業を担当させていただいた。また、通常の教育実習では経験できない数学科の教科会にも参加させていただき、先生方が日頃どのように授業づくりや改善を行っているのか、生徒をどのように見守り指導しているかを学ばせていただいた。

実習先の学校では、学力向上や生活態度改善に向けて独自の取り組みを多く行っていた。例えば学習内容定着のために、5教科の担当の先生が1,2題ずつ持ち寄って作成した小テスト週に1度行うなど、教科の垣根を超えた協力体制のもと、様々な課題に全校的な取り組みを実践している学校であった。

私が見学させていただいた数学の授業では、作図の方法や立式方法等を言葉で生徒に説明させ、手順を黒板にまとめるというような言語活動を必ず盛り込む工夫がなされていた。また、リーディングスキルの向上に向け、各教科の定期テストでは、説明文を含む活用問題を必ず出題するといったことも行われており、言語活動の充実は数学だけでなく全教科で浸透していた。一方で、数学の授業中などでは、「(数学の問題の)質問の意味が分からない」といった声や、問われていることとは異なる解答をしている答案をみる機会があった。

生徒は普段から学校の取り組みによって文章を読むことや、考えたことを相手にわかりやすく説明する活動をしているにもかかわらず、数学の問題になると題意が読みとれないという現状に対して、国語的な何らかの基礎的な力によって、数学を解く力が説明できるのならば、本研究で微力ながらもそのことを明らかにして、上記のような生徒の悩みを解消できるような論文を執筆したいと考えるようになった。

私自身も中高生時代は上記のような悩みを持つ生徒であり、普段の読書や国語の授業で文章を読むことは得意であるのに、なぜ、算数の文章を読むと、ほかの人と理解度に差があるのだろうという素朴な疑問を小学生の頃からもっていた。そこで、文章を読むことに着目した数学と国語の関係性について考察するために、本研究を始めた。

序章

第1節 基礎的学力としての読解力

超スマート社会(Society5.0)が到来する。そして、AI等の先進技術によって、現在の学びの在り方が変わる。たとえば、スタディ・ログを搭載した学びのポートフォリオを活用し、公正に個別最適化された学びが可能となる。このような社会の流れの中でも、共通して求められる力として、①文章や情報を正確に読み書き対話する力②科学的に思考・吟味し活用する力③価値を見つけ出す感性と力、好奇心・探究力があり、特に基礎的読解力、数学的思考力などの基盤的な学力や情報活用能力は小・中学校時代に着実に伸ばすことが求められている（Society 5.0 に向けた人材育成に係る大臣懇談会 新たな時代を豊かに生きる力の育成に関する省内タスクフォース，2018）。

読解力が注目されたのは、PISA2003の日本の学生の読解力低下が大きな問題となった、いわゆるPISAショックからであるという。「これを受けて文部科学省では、平成16年（2004年）12月に、国立教育政策研究所との協力による『PISA・TIMSS 対応ワーキンググループ』を設置し、調査結果の評価・分析を行い、平成17年12月に『読解力向上プログラム』と『読解力向上に関する指導資料～PISA調査（読解力）の結果分析と改善の方向～』を公表し」（p.395）PISA型読解力の考え方や育成のための指導例を示した。その後PISA型読解力は、平成18年の中央教育審議会初等中等教育分科会教育課程部会の「審議経過報告」で設置された「言語力育成協力者会議」の「言語力の育成方策について（報告書案）」報告の中で、広く言語力の育成という要素の中の重要な考え方の一つとして吸収されたと考えられる（文部科学省初等中等教育局教育課程課，2018）。

2021年度から中学校で全面実施の学習指導要領（以下新学習指導要領）では、中央教育審議会（2016）によれば、言語活動は国語科だけでなくすべての教科の授業において一層の充実が求められるようになり、「国語科が、中心的役割を担いながら他教科等と連携して言語能力の向上を図るとともに、国語科が育成する資質・能力が各教科等において育成する資質・能力の育成にも資することがカリキュラム・マネジメントの観点からも重要」（p.130）であるとしている。特に中学校学習指導要領解説数学編（2018）における言語活動の指導上の留意点として、言語活動は、「生徒が多様な感じ方や考え方に接する中で、考えを深め、判断し、表現する力などを育むことができるよう、自分の考えを基に討論したり書いたりするなどの」（p.222）活動であり、問題発見・解決の過程を振り返り、評価・改善することが大切とされている（文部科学省，2018）。

新学習指導要領では、言語活動は自らの考えがあることが前提で、書くことや、討論することといった活動が重要視されているように読み取れる。自分の考えや思考は、様々な文章を読み、語彙力を獲得することによって発達するものであり、その根底にあるのは読解力である。「様々な情報を理解して考えを形成し、文章等により表現していくために必要な読解力は、学習の基盤として時代を超えて常に重要なものであり、これからの時代においてもそ

の重要性が変わることはない」(中央教育審議会, 2016, p.34)とあるように, 基盤となる読解力があってこそ, 数学の学習効果もさらに上がるのではないだろうか。

そこで本研究では, 言語力のうち読みの能力に焦点をあて, すべての学習の基礎となる読みの能力が, 数学の学力とどのような関係があるのかを分析することとした。読解力と数学の関係性については, 読解力を判定するとされるリーディングスキルテストを活用した研究が近年みられる。一方で, 読解力にのみ限定しないで, 広い意味での国語と数学の関係性については, リーディングスキルテストが開発される以前から, 小学低学年を研究対象とした研究が散見されるほか, 特別教育研究の文脈でも見られる。第2節では, このような先行研究を概観することで, 読みの能力を実際のテスト結果から特定することの困難さを明らかにし, 読みの能力だけに分析の焦点を置くのではなく, 広く国語の各能力との関連から改めて読みの能力と数学の学力を考察することとした。

第2節 先行研究の概観と本研究の課題

第1節において、言語活動の充実によって数学でも、数学的に表現し説明する活動が重要視されていると紹介したが、「情報化の進展の中でますます高まる読解力の重要性とは裏腹に、子供たちが教科書の文章すら読み解けていないのではないかとの問題提起もあるところであり、全ての学習の基盤となる言語能力の育成を重視することが求められる」（中央教育審議会、2016, p.34-35）というように、具体的には、学びの根幹をつかさどる教科書の内容を読み取るだけの読解力が、国語と数学において最初に必要になってくる。

Arai, Todo, Arai, Bunji, Sugawara, Inuzuka, Matsuzaki, & Ozaki(2017) は、中学生を対象に、中学校の教科書や高校生用の辞書の文から作られた読解力を測るリーディングスキルテストを実施した。そこでは、中学1年生の半数以上が推論や定義理解の要素を含む問題で当て推量の解答よりも成績が悪かったとしている。また、新井(2019)によれば、毎年東大を含む旧帝大に100人以上の合格者を出しているような有名な高校に通う、いわばエリート予備軍である高校年生ですら、言葉の定義文を読んでそれと合致する適切な具体例を選ぶ問題で、高校1年生で54%、高校2年生で56%の正答率であったとしている。

数学についても市川らを中心に、教科書に載っているような定義文などの理解の低さについて以前から指摘されてきた。植阪・鈴木・清河・瀬尾・市川(2014)は、数学の各領域別の問題に共通する基礎学力を抽出し、数学における領域横断的な基礎学力を測るCOMPASSを作成、中学生に実施したところ、従来のテストでは明示的に問われてこなかった、概念説明課題、工夫速算課題、基本文章題といった問題は、教師が「十分満足」と考える水準に達している生徒の割合が30%を下回っていたとしている。特に、概念説明課題とは、「公倍数」と「反比例」という2つの数学用語の定義と具体例を説明させる課題であり、この問題の解答率が低いことは、数学においても教科書レベルの文章を理解できていないことを示している。

以上の先行研究から、中学生が教科書の内容を読んで理解するだけの読解力のなさが数学の学習を阻害している可能性があるということがわかる。以下には、実際に読解力と数学の成績間の関係性について分析した先行研究を概観する。

石岡・菅原(2020)では、大学生を対象に、リーディングスキルテスト(以下RST)とセンター試験、AO入試や推薦入試などの多様な大学入学志願者向けの基礎的学力試験である「言語運用力・数理分析力」テストの相関および因子分析を行った。実際にRSTの6領域と相関があったのはセンター試験でも「言語運用力・数理分析力」テストでもその総合得点であったこと、センター試験の数学や理科、数理分析力との相関が高かったことを報告している。ここから、RSTが読解力を本当に測定しているのかという課題も残る。

他方、数学の成績と国語の成績の関連分析は、特別教育研究においても散見される。宿野部・五十嵐(2020)は、小学1年生から3年生の国語学力と算数学力の成績の関連において、特に算数の文章題に対しては、国語の「文章読解」ではなく「文字」(漢字の読み書き)や「ことばのきまり」(文法)との相関が高かったとする熊谷(2000)の知見を元に、小学5年

生に国語（漢字問題、ことばのきまり問題）と算数（計算問題、算数文章題）の問題を課し、相関分析を行った。特に、算数文章題とことばのきまり問題との関連について、「接続詞や助詞の習得がなければ、複数の文で構成されている算数文章問題の文章同士のつながりや関係、演算決定に影響を及ぼしている」（p.70）と推測されたとしている。

先行研究を通じて、読解力と数学という他教科との関連を見る場合の課題としては、読解力や文章読解力といった読みの能力をどのように定義し、どのような問題で測るかによって結果が大きく異なると予測されることである。RST は教科書や新聞記事、辞書に載るような事実について書かれた短文を読解する問題で「基礎的・汎用的読解力」を測り（新井，2019），結果として国語より数学の成績と関連が強かった。これは、読解力を判断するテストとして内容の妥当性に課題が残る結果である。一方で、一般的に学校現場で行われる校内試験や業者テストでは、説明的な文章や文学的な文章の長文読解の問題で文章読解力を測るため、他の能力を測る問題を解く中に内在する文章読解力はカウントされない。例えば、熊谷(2000)は「ことばのきまり」（文法）のほかに、「作文」（文章を作る）の問題も用意しているが、文章を作るためには、作った文章を自分で読み返して、意味の通る文章かを確認する段階があり、この段階で必要とされた文章読解力は、結果に反映されない。可能な限り、国語の様々な問題に内在する読みの能力を算数との関連の分析に反映できるようにする必要がある。また、算数(数学)と国語の各能力別の関連は、対象が小学生であることが多く、本研究では中学生が対象であるため、先行研究通りの相関関係等が得られるとは限らないという課題もある。

以上より、数学との関連の分析において国語の分析対象を読みの能力に限定せず、国語の様々な能力と数学の成績のそれぞれの関連の程度の差から考察することとし、平成 20 年告示学習指導要領(以下現行学習指導要領)に基づく評価観点の 5 観点を国語に必要な能力として活用することとした。

研究方針 最初に、数学文章題の成績と国語の各能力の成績との相関分析を行い、数学文章題と国語の各能力の関係性を明らかにする。次に、数学の問題文の意味を理解している程度によって生徒を 3 群に分け、順位相関や分散分析を行うことで、数学の問題文の意味理解の程度と国語の各能力の程度が相関するのかを確認し、各群の生徒に必要な国語の能力を特定する。また、生徒の数学と国語の主観的学力観に対しても相関分析や分散分析を行うことで、客観的学力の結果から明らかになったことに生徒の実情が反映されるよう工夫した。最後に生徒を日頃指導している数学科の教員に対してインタビューを実施し、数学と国語の関係性をどのように考え、指導に活かしているのかを明らかにする。以上の分析過程を経て、数学と国語の関係性について、先行研究等から明らかになった理論と、生徒や教員へ実施した試験結果やインタビュー調査といった実践結果を踏まえることで、読みの能力と数学の関係をより効果的に考察することが出来るのではないかと考える。

第 1 章では，数学と国語の関係性の中でも，数学の問題文の意味理解と，国語の文章を読んで理解をすることの共通性や，問題解決学習の観点から数学文章題に再度着目する意義を考察した。

第1章 数学文章題における意味理解

第1節 数学文章題の問題解決と国語の文章理解の関係性

算数文章題の解決課題について、日本では吉田・多鹿(1995)が、スキーマ理論として紹介している。この理論におけるスキーマとは文章題の意味を理解し、内容に関連した知識を利用し文間の関係をまとめ上げた知識構造のことをいう。スキーマ理論によれば、一般に与えられた文章を読んで理解する「理解過程」と、理解した内容に基づいて問題を解く「解決過程」の2つの構成過程からなることが知られている。また前者は、「変換過程」と「統合過程」、後者はプラン化過程と実行過程の下位過程に区分されるとしている。変換過程では、一文や大きな節ごとの理解を行い、続く統合過程では、数学的知識でもって分や節の文間をつなぎ、一つの筋の通る知識構造に結び付ける。プラン化過程では、問題解決に向けて適切な演算を適用するための方略的知識を用いて立式し、実行過程では計算の実行に直接関係する手続き的知識によって立式した式に従って計算する(吉田・多鹿, 1995)。Figure 1 は、算数文章題の4つの問題解決過程と各過程で用いられる主な知識の種類を問題例に則して図示したものである。

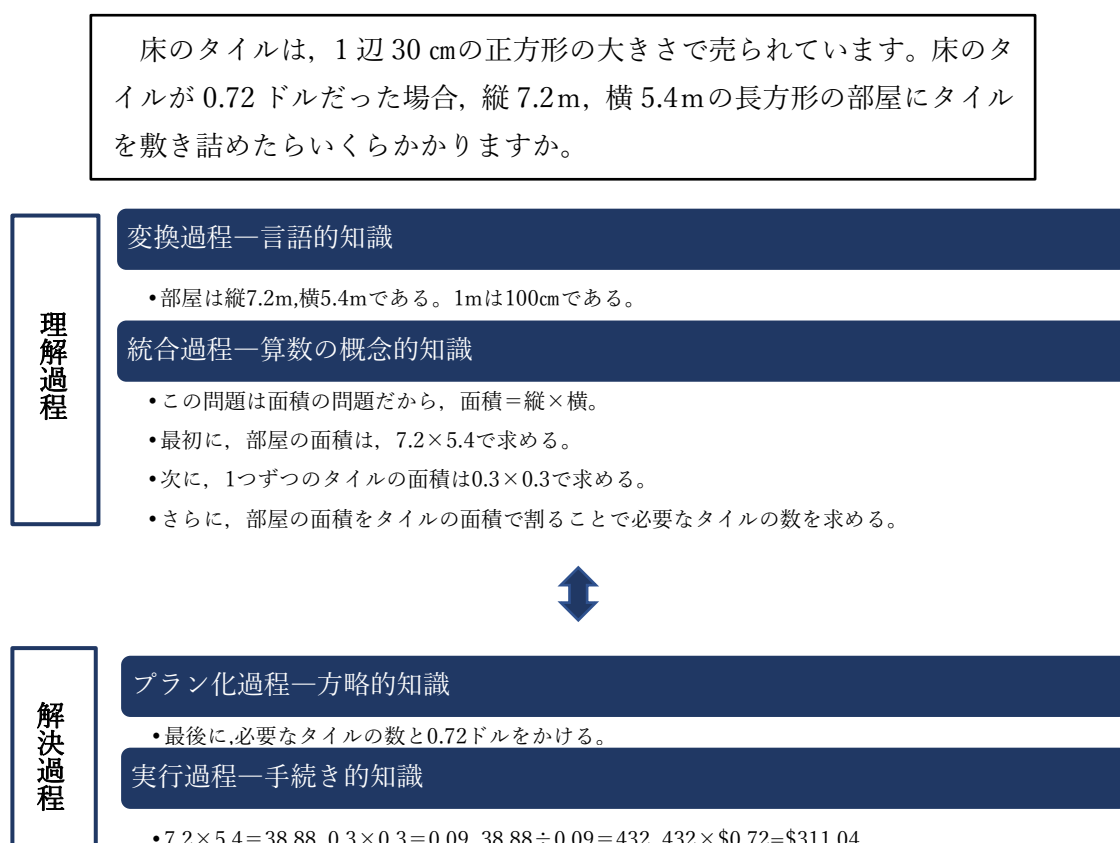


Figure 1 算数文章題の問題解決過程

(吉田・多鹿, 1995, p. 109, Mayer, 1992, p. 459 をもとに筆者が作成)

4つの下位過程は、相互に関連している。また、村井・山田(2015)は実行過程で出された結果が問題文からして妥当な大きさの数字か、聞かれている単位と融合するか、計算間違いはあるかを確認する「フィードバック」という過程も4つの下位過程と同等な過程としている。吉田・多鹿(1995)も文章題の指導の様相として、答えが問題文の条件を満たしているかを確認することや、解法を振り返って検討することを挙げている。いずれにしても、4つの過程を終えた後に、再度「理解過程」での文章理解と実行過程の結果を照らし合わせることも文章題の問題解決を正しく行い、次の学びにつなげる必要な過程であると考えられるため、本研究では実行過程後の過程を「フィードバック」とし、分析結果の考察で用いることとした。

一方、国語教育で参考とされる文章理解のモデルとして Kintsch(1994)は、文章中の単語やフレーズの意味関係や修飾関係を理解する文章自体の理解の把握の段階を「テキスト・ベース」といい、テキスト・ベース段階より深い文章理解段階で、文章から得た知識と読み手の文章に関わる事前知識を統合し文章理解する段階を「状況モデル」と呼称した。吉田・多鹿(1995)によれば、「変換過程」で構成されるスキーマが Kintsch(1994)のテキスト・ベースに、統合過程で働くスキーマは状況モデルにあたるとしている。ここから、算数文章題の文章理解と国語の文章理解は、一文ずつ逐語的に理解した上で、文章題に関連する既有知識や体験をもとに深く状況を理解するという段階を経るという点で一致している。こと、算数文章題指導において、算数的知識によって文章を整理し理解することが児童・生徒にとって難しく、その過程には算数の固有な知識や問題スキーマが働くことから、算数文章題の問題文理解と国語の文章理解は別に考えられる傾向にある。しかし、国語の文章理解であっても、算数文章題の文章理解であっても、既有知識・体験と問題文を結び付けて整理し理解する過程は同じであり、国語でそれができる、つまり文章を読んで理解できる素地がある生徒は算数、あるいは数学でもできるのではないかと考える。

しかし、上記の算数文章題の問題解決過程がそのまま数学文章題に適応できるかについての課題は残る。数学は算数よりも抽象度が高く、より数学の概念的知識を用いて文章を理解することになるため、特に統合過程とプラン化過程の間の境界を判断することは難しいと予測される。本研究では、算数文章題の問題解決過程が数学文章題においても有用であるかを含め、数学文章題の問題解決と国語の文章理解の関係を、算数文章題の問題解決過程ごとの成績と国語の文章理解を支える読みの能力をはじめ、各能力の成績との関連から考察することとした。

第2節 問題解決学習の観点から見た数学文章題

この節では、問題解決学習の観点から見た数学文章題と題し、主に学習指導要領における問題解決学習の変遷を杉田・青山(2013)から援用しつつ取り上げながら、数学文章題が今日においても日常生活や社会の事象を数学的に考える学習として有用であることについて述べる。またその中で本研究の作成する数学文章題に必要な視点もまとめた。

算数・数学における文章題研究は、昭和2,30年代頃盛んに研究がなされた。杉田・青山(2013)によれば、当時はアメリカン・デモクラシーをモデルとし、「児童生徒のより豊かな生活経験を組織し、地域社会の問題を解決(問題解決学習)できる市民を育成すること」(杉田・青山,2013,p.70)を目指し、各教科の学習では、生徒の興味や経験、能力をもとにした生活単元学習を推奨されていたとしている(杉田・青山,2013)。算数・数学科では、日常生活で起こる問題を数学的に解決するという文章題の性質が、生活単元学習の趣旨に沿うものであったためか、文章題指導法が盛んに研究された。この時代における問題解決学習とはつまり生活単元学習であり、算数・数学では、文章題が中心であったようである。

戸田(1954)は、単元学習時代の数学文章題指導について書いた論文の中で、文章題を以下の2通りに分類した。

- «①他人の言葉で述べられている一教師、教科書著者等が解答を要求して問題に形成した場合である。これは教育の場合において発生する。他律的である。
- ②自分の言葉で述べられている一解答者自身が、自己のために問題を形成した場合である。これは行動者としての解答者が期待せられ、教育の場面においても勿論発生するが、これにはもつと広い場面での生起を前提とするものである。自律的である。»(p.165)

そして、生活単元学習の問題点として、教育内容が②に偏るあまり、問題領域の焦点の分散が起こり、学習効果が削減することを挙げている。戸田は①の場合の文章題指導の重要な焦点として2段階あるとした。1段階目は、問題に関与している量の発見で、与えられている量と求められている量の他に潜んでいる量(例えば1日が24時間であること)を見つけ出すことに山場があるとした。2段階目は関係の仕方の発見で、関係した量間の関係位数と、その関係の算術化のことを示す(戸田,1954)。1段階目の潜んでいる量というのは、スキーマ理論における変換過程に必要な言語的知識に相当する概念であるし、2段階目の関係した量間の関係までは、統合過程における理解に相当しており、数学文章題の文章理解における難しさは時代が変わり問題傾向が変わろうともさほど変わらずに現在にまで通じていると考えられる。

その後生活単元学習は、上記のような問題点によって学力差を生じさせ、学問の系統性を重視するように修正された(杉田・青山,2013)。また教育内容の現代化に伴い学習内容の増大が重なり、文章題研究は下火になっていった。

問題解決学習に再び注目が集まったのは、平成に入ってからである。平成に入ると、「物質的な豊かさとともに、情報化、価値観の多様化、高齢化等社会の変化に主体的に対応でき

るよう、思考力、判断力、表現力等の能力を育てる。」(杉田・青山, 2013, p.71)というように、知識の理解だけではなく、自ら課題を解決し学ぶ姿勢を育むことに重点が置かれ、教育目的の質的転換が起こった。このような文脈の中、問題解決学習は、子どもの主体的な学習活動をもとに行うという点で再度見直された。その後 OECD の「知識基盤社会」に関する提唱によって、知識をどう活用するかということがさらに学びの主軸になってきており、学習指導要領内外を問わず問題解決学習の重要性が増してきた(杉田・青山, 2013)。そして現在では、数学的に問題解決する過程は、「日常生活や社会の事象を数理的に捉え、数学的に表現・処理し、問題を解決し、解決過程を振り返り得られた結果の意味を考察する、という問題解決の過程と、数学の事象について統合的・発展的に捉えて新たな問題を設定し、数学的に処理し、問題を解決し、解決過程を振り返って概念を形成したり体系化したりする、という問題解決の過程の二つのサイクルが相互に関わり合って展開する。」(中央教育審議会, 2016, p.141)というように、問題解決は、日常生活や社会の事象や数学の事象に限らず生徒が見出した問題を指すようになった。

特に、日常生活や社会の事象といった現実世界の問題を数学化し、数学的な手法で問題解決を目指すことは数学的モデリングと呼ばれ、現在日常生活を題材とした数学文章題は数学的モデリングの観点から再検討されてきている。よって本研究では数学的モデリング教材開発の視点を加え問題作成をすることとした。

西村(2001)や佐伯・川上・金児(2019)を参考にまとめると、まず題材を選ぶ上では、より現実的で生徒にとって身近な題材で、解く意欲が湧く問題とした。そして問題を作成する上では、内在する数学的内容が生徒の実態に適していることを注意しつつ、問題中の仮定等を単純化・理想化することなく問題を作成し、数学的に解決し求めた結果がまた現実の中で、解釈・見当ができる価値をもつように配慮することなどが重要だと考えられる。また、日本学術会議数理科学委員会数理科学分野の参照規準検討分科会(2013)では、数理科学を使って現実世界の問題を解く場合の問題解決のための方針を立てる上で、「問題を解くために必要な構造を見抜くことが必要となり、対象が持つ様々な性質のうちの非本質的部分を捨象し、本質的な部分を単純化・抽象化することが必要になる。(中略)」(p.7)と報告しており、現実 に即した文章にする上で、数学化し問題解決するには直接関係はしないが、現実的には取り上げて必然な数量も文章を組み込むこととした。

数学文章題研究は昭和 2, 30 年の生活単元学習時代に最も盛んに研究されたが、生徒の経験を生かす問題解決学習の意味合いが時代とともに変化したことによって、数学文章題を取り立てて注目することは少なくなった。しかし、数学的な問題解決過程のうち、日常生活の事象を数学化し、数学的モデリングによって解決することが重要な過程の一つであるとされる中、数学文章題は生活単元学習時代と変わらず、日常生活の事象から数学によって問題解決をするための練習として最も適した出題形式であると考えられる。よって本研究では数学文章題を題材とし研究を進めることとした。

第2章 中学2年生における数学文章題と国語の関係性

第1節 調査方法

調査対象および調査時期

被調査者は高知県のA中学校2年生の生徒117名であった。国語学力テストには114名受験していた。質問紙調査には、生徒111名に実施し、調査時期は2020年11月であった。質問紙調査と調査校で事前に受験した国語学力テストの両方に回答した生徒は、108名（うち、性別と年齢がわからない生徒が1名、男子57名、女子50名、 $M=13.58$, $SD=0.52$ ）であった。

質問紙及び収集データ

プロフィール 基本的プロフィールとして、学年、年齢、クラス、性別を尋ねた。

調査1：数学文章題 調査1の数学文章題は主に1次方程式と1次関数から出題している。全4題で日常生活を題材とした数学文章題であるが、問題が進むにつれて数学的問題解決を行うために単純化・理想化していない文章内容になるように工夫した。なお、調査1の全問題は、調査校の数学科の先生方にご協力頂き、生徒の学力観に基づき、単元を決めるところから質問の仕方までアドバイスを頂き作成した。

問題1に関しては1次方程式や1次関数の問題を解くにあたって、足し算と掛け算が混ざる基礎的な計算ができるかを確認するために出題し、小学校算数の範囲で解ける問題であるため完答とした。問題2に関しては1次関数の分野にある章末問題を参考に作成した。調査実施時には、調査校では1次関数の学習は終わっており、教科書の内容を理解し、覚えているかを問う問題とした。問題3も同じく1次関数の問題を参考にしたが、問題4への接続を考慮し、問題文章中にあるモデル式を、文字を使った式から言葉の式に変更した。また、数学を使って現実社会の問題を解決する上で必要な、問題の非本質的部分を捨象し、本質的な部分を単純化・抽象化する能力（日本学術会議数理科学委員会 数理科学分野の参照基準検討分科会, 2013）を問うために、問題を解く上で直接関係のない数値を混ぜ、情報過剰問題の形式に変更した。問題4は、平成25年度全国学力・学習状況調査中学校第3学年数学B（国立教育政策研究所教育課程研究センター, 2013a）を参考に作成した。文章が比較的長い問題は生徒の問題への慣れに影響を受けやすく、全国学力状況調査の質問形式が生徒にとって慣れている形式であろうと判断したためである。近年の全国学力状況調査数学の活用問題は、言語活動の充実における説明能力を重視する傾向があり、ある問題に対して2, 3人の登場人物のそれぞれの解法の説明を読み解く式の解釈に主軸が移っているため、平成20年代前半までの問題から出題の着想を得た。数学的モデリング教材の重要な観点に基づき、生徒が解決してみたいと思える題材を選んだ。生徒の実態に基づき一部モデル式を単純化したが、文章内容は単純化・理想化せず中学2年生の興味に基づく内容を作成した。また、(1), (2)ともに解答の数値は整数値となるようにし、心拍数の差を現実世界で解釈するときにも理解できるよう工夫した。なお、問題作成時には、問題1は『改訂版中学校数学2』（岡部他, 2016）、問題2・3は『中学校数学2』（一松・岡田・町田・池田他, 2016）、問

題 4 はほかに日本臨床スポーツ医学(2005), 公益財団法人長寿科学振興財団(2019)等を参考に作成した。

調査 2: 数学と国語の学習について J. ダンロスキー・J. メトカルフェ(2010)によれば, 自己効力感と効率的な自己調整学習が関連しており, 自己調整学習には, 特に学習時に自分の理解の程度を確認するモニタリングと, 問題解決のために新たな方策を考えたりするコントロールが要であることがわかっている。つまり, 「学校で成功を収められると思っていことが学習を調整するモチベーションを高め, そして学業で成功を収めるチャンスを高め」(p.197) ている。一方で, 実際の学業成績から考えると, 実際の成績が低いグループほど過剰に自らの成績を高く予想することも分かっている。ただ, 試験を受けた後に成績を振り返らせると, 成績が低いグループでも予想した成績と実際の成績の点数のずれは改善したため, 技能がない生徒が必ずしも自分の能力水準に気づけないわけではないことは注意が必要である。

このように, 主観的な学力と実際の学力にはギャップがあり, そのことが自主的に学習するモチベーションに繋がらないことによる学力不振が考えられる。そこで, 調査 2 は調査 1 の客観的な学力との関連を分析するなかで, 生徒自身が数学や国語のどのような能力を持っていると感じていることが, 数学文章題や国語の成績に影響を及ぼしているかを明らかにすることを目的とする。このため, 現行学習指導要領に基づく第 2 学年の数学の評価の観点の趣旨 (国立教育政策研究所教育課程研究センター, 2011a), 国語の評価の観点の趣旨(国立教育政策研究所教育課程研究センター, 2011b)を参考に, 数学と国語で重要な能力を抽出した 15 項目と, 数学文章題を解く能力と国語の能力の共通性を感じているかについての 3 項目の計 18 項目を準備し, 4 件法(1:まったくあてはまらない, 2:ややあてはまらない, 3:少しあてはまる, 4:とてもあてはまる)で回答を求めた。

国語成績 国語の成績に関しては, 調査校で 1 学期中に実施された東京書籍の標準学力調査の結果をお借りした。ホームページによれば, 標準学力調査は到達度評価型の調査で, 評価の基準となるカッティングポイントを国立教育政策研究所が実施する教育課程実施状況調査の考え方に準じて作成している (東京書籍, 更新日不明)。教育課程実施状況調査では, 「学習指導要領に示された内容について, 標準的な時間をかけ, 学習指導要領作成時に想定された学習活動が行われた場合, 個々の問題ごとに正答, 準正答の割合の合計である通過率がどの程度になると考えられるかを示した数値である」(文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター, 2009, p.3)設定通過率を基準に, それをどんな問題が上回るか下回るかで, 生徒の弱点などを分析している。標準学力調査はこの設定通過率の考え方を目標値として到達度評価を行っている」と推察される。

標準学力調査の結果のうち, 本研究では国語の正答率と観点別正答率の結果をお借りした。観点には, 1)国語への関心・意欲・態度, 2)話す・聞く能力, 3)書く能力, 4)読む能力, 5)言語についての知識・理解・技能の 5 観点があり, これは現行学習指導要領に基づく評価規準に準拠している。各問題に 1 つの主たる観点と 1~3 つの従たる観点が与えられており(国

語への関心・意欲・態度は従たる観点のみ)、観点別正答率は主たる観点と従たる観点の点数に重みを付けた加重平均で算出している。

問題内容は、話す・聞く能力の問題は現行学習指導要領の A 話すこと・聞くこと、書く能力の問題は現行学習指導要領の B 書くこと、読む能力の問題は C 読むこと、言語についての知識・理解・技能の問題は、伝統的な言語文化と国語の特質に関する事項のア伝統的な言語文化に関する事項、イ言葉の特徴やきまりに関する事項、ウ漢字に関する事項の内容を反映した問題になっている (文部科学省, 2008)。国語への関心・意欲態度は話す・聞く能力と、書く能力のうち作文の問題を反映している。このように、標準学力調査は現行学習指導要領を踏襲したものであり、本研究が現行学習指導要領に基づく評価観点の 5 観点を国語の能力を構成するものとして活用する上で、標準学力調査の結果をもとに分析することは内容的に妥当性があると考えられる。

分析手続き 数学の時間に集団形式で実施した。個人のプライバシーは保護されることを明記した。質問紙には自由記述欄もあったが、本研究には用いないこととする。

第2節 結果

以下の分析では HAD(清水, 2016)を用いた。欠損値や記入ミスと思われる回答を除き分析を行った。

1. 記述統計

■ 結果

数学文章題(調査1)と国語成績の平均値、標準偏差及び信頼性係数(Cronbach α)を Table 1 に示した。数学文章題合計得点は $M=8.37$, $SD=3.34$ であった。国語合計点数は, $M=72.49$, $SD=16.14$, 国語への関心・意欲・態度は, $M=72.37$, $SD=25.41$, 話す・聞く能力は, $M=73.27$, $SD=21.73$, 書く能力は, $M=67.88$, $SD=31.77$, 読む能力は, $M=58.62$, $SD=23.19$, 言語についての知識・理解・技能は, $M=81.89$, $SD=14.35$ であった。信頼性係数(Cronbach α)は, 国語合計得点率 $\alpha=.86$ で概ね満足できる結果となった。

Table 1. 数学文章題と国語成績の平均と標準偏差

	得点範囲	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
数学文章題合計得点	0-12	111	8.37	3.34
国語合計得点率 $\alpha=.86$	0-100%	114	72.49	16.14
国語への関心・意欲・態度	0-100%	114	72.37	25.41
話す・聞く能力	0-100%	114	73.27	21.73
書く能力	0-100%	114	67.88	31.77
読む能力	0-100%	114	58.62	23.19
言語についての知識・理解・技能	0-100%	114	81.89	14.35

注) 国語合計得点率は得点を百分率で換算したものである。

国語の観点別正答率は, 主たる観点と従たる観点到該当する問題の加重平均である。

Table 2. 各点数ごとの人数と反応率 ($N=111$)

	問題1	問題2(1)	問題2(2)	問題3	問題4(1)	問題4(2)
0点	11 (9.91)	35 (31.53)	40 (36.04)	25 (22.52)	13 (11.71)	55 (49.55)
1点		3 (2.70)	0 (0)	10 (9.01)	19 (17.12)	10 (9.01)
2点	100 (90.09)	73 (65.77)	71 (63.96)	76 (68.47)	79 (71.17)	46 (41.44)

注) 数字は人数(反応率%)

■ 数学文章題の問題別正答率の考察

Table 2 には、問題別各点数の人数と反応率をまとめた。

問題 1 は正答率 90.09% で高いが、不正解が 11 名ということは、1 クラスに 2, 3 人小学校の算数の問題ができない生徒がいることになる。

問題 2 (1) は正答率 65.77%, (2) は正答率 63.96% であった。問題 2 は、ろうそくが短くなる変化の量を読み取る問題で、1 次関数の文章題としては典型ではあるものの、状況が理解しにくい問題であった。調査校では、宿題だけでなく、週に 1 回、学校独自の 5 教科の小テストにおいて復習問題を出題し、数学科ではその時々学習内容だけでなく、既習事項の定着を図っている。学習してから時間が経過していたが、半数以上の生徒が解答できたのはそういった要因が大きいと考えられる。一方で、あくまで一次関数を理解しているかを問うことを重要視したため、計算がしやすいように 1 分間にろうそくが 1 cm 短くなるよう問題を調整してあった。そのため、「なんとなく」目測で解答することも出来た。調査用紙には、どう解いたかがわかるように記述する旨を記載し、また実施中にも答えだけ解答している生徒には声をかけたが、それでも問題 2 は計算過程がなく解答している傾向があった。そのため、正解した生徒の中には、間違った思考で問題を解いた生徒も含まれていることは留意しておきたい。

問題 3 の正答率は 68.47% であった。正答率からも分かるように、問題 2 より解きやすい問題となったようである。間違った生徒は、言葉の式の通りに数値を代入し、答えを求めることはできていたが、その後の過剰な情報によって、さらに立式を続けてしまって分からなくなってしまう解答が多かった。

問題 4 (1) は正答率が 71.17%, (2) は 41.44% であった。(1) は読み取り問題で、問題 3 と性質が似た問題であったが問題 4 (1) の方が易しかったようである。参考にした全国学力・学習状況調査の問題は 1 次関数の分野の問題ではあったが、モデル式自体は $y=ax+b$ の形ではなくより複雑な式であった。しかし、調査校の先生方と生徒の学力観との兼ね合いを考慮し、 $y=ax+b$ の形で出題することとしたため、問題としてはより易しい問題となったため、正答率も高くなったと考えられる。

問題 4 (2) の正答は、『平成 25 年度全国学力・学習状況調査解説資料～一人一人の生徒の学力・学習状況に応じた学習指導の改善・充実に向けて～中学校 数学』(国立教育政策研究所教育課程研究センター, 2013b) に則して説明すると、目標心拍数の差は、目標心拍数を x , 運動強度を y とすると、 y は x の一次関数であることから、この時の変化の割合が一定であることに着目して、 $125 \times 0.24 = 30$ と計算し、二人の目標心拍数の差は 30 となる。一次関数の変化の割合の性質を用いれば、最も簡潔に解答できる問題であったが、この通りに解いた生徒は 1 名であった。多くの生徒は、(1) のあきこさんの運動強度 0.6 を使って、けんたさんの運動強度を 0.36 または 0.84 と設定し、目標心拍数を実際に求めてからあきこさんの目標心拍数の差を求めている。計算途中に、安静心拍数を足して計算する必要がない

ことに気づいた生徒も正答，誤答に関わらずいたが，いずれにしても変化の割合の性質は復習が必要な概念であることが分かった。

補足として，近年の全国学力・学習状況調査数学 B の関数の問題の傾向としては，式の解釈を考えさせる問題が出題されており，生徒にとって問題 4 の形式の問題はあまり見かけない形式であったと推察されるが，無回答が非常に少なく，多くの生徒が馴染みのない問題に対して，何としても解こうと粘り強く考え続けられる態度が身についていることが分かる結果となった。

2. 数学文章題(調査 1)と国語成績との関連

2-1 相関分析

■ 結果

Table 3 は、数学文章題の成績と国語成績の相関分析を行った結果である。特に、数学文章題合計得点は、国語合計得点率($r=.42, p<.01$),国語への関心・意欲・態度($r=.30, p<.01$),話す・聞く能力($r=.31, p<.01$),書く能力($r=.34, p<.01$),読む能力($r=.28, p<.01$),言語についての知識・理解・技能($r=.41, p<.01$)との間に有意な正の相関を示した。

■ 考察

数学文章題合計得点と国語合計得点率に相関が見られ($r=.42, p<.01$), 国語と数学文章題の成績には共変関係があった。国語の各能力別の成績との相関を考察すると、最も相関が強かったのは言語についての知識・理解・技能で、熊谷(2000)や宿野部・五十嵐(2020)の算数文章題はことばのきまりとの相関が強いとする結果を追従する結果となった。熊谷(2000)はこの結果について、算数の文章題が文章理解そのものよりもことばや文章のキーワードを演算子に変換するという能力が影響していると考察している。本研究においても、問題4(2)で間違えた生徒の大半は、文章中の「～運動強度の差が・・・」や「～二人の目標心拍数を求めなさい。」といった「差」というキーワードに対して、とにかく文章中の数値や、自分で求めた数値を引いてみようを試み、その結果の数値が何を表しているのかわからなかったために間違えていた。中学2年生は、すでに小学校と中学校の1年間で算数・数学の文章題を数多く経験しており、速さや百分率といった複雑な文章題にも取り組んでいる段階であり、熊谷(2000)の研究対象であった小学1年生・2年生・3年生が取り組む算数文章題とは格段に難易度が高くなっている。生徒らはその中で、教員の指示や自分の心がけによって、文章題を解くときに、文章の内容理解に注意を配ってきた経験があるはずである。また、ことばのきまりといった内容についても、小学校低学年と中学2年生とでは知識・経験量共に格段に違っている。それでも上記のような間違いをする生徒が多かったことから、中学2年生段階では、文章理解過程に困難があるというのはもちろんのこと、実行過程後の計算した結果が文章題の状況や求められていることに対して論理的に正しいかを確認するフィードバックを行うことにも困難があることがわかる。

次いで相関が強かったのは順に書く能力、話す・聞く能力、国語への関心・意欲・態度、読む能力であった。読む能力が他の国語の能力より算数文章題と相関しないのは、熊谷(2000)や宿野部・五十嵐(2020)から予想される結果ではあったが、抽象度が高くなった数学の文章題においても近い結果となることが分かった。しかし、他の能力の相関関係については、先行研究だけでは説明がつかず、以下の分析で詳しく考察することとした。

Table 3. 数学文章題成績と国語成績の相関分析

	1	2	3	4	5	6
1 数学文章題合計得点	-					
2 国語合計得点率	.42 ^{**}	-				
3 国語への関心・意欲・態度	.30 ^{**}	.86 ^{**}	-			
4 話す・聞く能力	.31 ^{**}	.74 ^{**}	.75 ^{**}	-		
5 書く能力	.34 ^{**}	.85 ^{**}	.93 ^{**}	.64 ^{**}	-	
6 読む能力	.28 ^{**}	.77 ^{**}	.51 ^{**}	.47 ^{**}	.53 ^{**}	-
7 言語についての知識・理解・技能	.41 ^{**}	.72 ^{**}	.46 ^{**}	.46 ^{**}	.45 ^{**}	.33 ^{**}

^{**} $p < .01$, ^{*} $p < .05$, ⁺ $p < .10$

2-2 順位相関

■ 結果

算数文章題の問題解決過程に照らして生徒を分類し分析するため、問題 4 (2) を分類に使った (Table 4)。理解過程と解決過程を分類する文章の状況を理解しているかの判断は、0.24 が二人の運動強度の差であることを理解して立式出来ているか (0.6 ± 0.24 などの記述があるか) で判断した。

1 つ目の分類は、2,3,4,5 番の解決過程でつまづいている生徒で、0.24 が運動強度の差ということは分かっているが、求めたものが二人の目標心拍数の差にはなっていない解答である。これは統合過程において問題文の状況をイメージ的にも数量的にも理解しているが、プラン化で正しい立式が出来ない、あるいは実行過程で立式とおりに計算ができなかったと解釈した。2 つ目の分類は、6,7,8,9,10,11 番の理解過程でつまづいていると推察される生徒である。6,7,8 番の生徒は 0.24 が運動強度の差であることは分かっているが、二人の運動強度の差を求めなければならないことは理解していたと考えられる。求める数量を理解しているが、文章題の状況をイメージし、理解ができておらず、統合過程でのつまづきであると解釈した。9,10,11 番は正しい立式までたどり着けなかった生徒で変換過程や統合過程でのつまづきであると解釈した。そして 3 つ目の分類は、完答した生徒である。以上の 3 つの分類と数学文章題成績と国語の各能力別成績との間でスピアマンの順位相関分析を行った (Table 5)。

問題 4(2) の分類は、数学文章題合計得点 (問題 4(2) を除く) ($r_s = .45, p < .01$)、国語への関心・意欲・態度 ($r_s = .50, p < .01$)、話す・聞く能力 ($r_s = .43, p < .01$)、書く能力 ($r_s = .48, p < .01$)、読む能力 ($r_s = .30, p < .01$)、言語についての知識・理解・技能 ($r_s = .35, p < .01$) との間に有意な正の相関を示した。

■ 考察

算数文章題の問題解決過程について、数学文章題においても同様の過程で問題解決しているのかについては、数学文章題合計得点との相関が $r_s = .45, p < .01$ あったことから、概ね問題解決過程は数学文章題においても同様のステップで進んでいくことが分かった。また国語の各能力相関があったことから、算数文章題の問題解決過程におけるステップが進んでいくことと、国語の成績が良くなることや各能力が発達していくことには関係があることが分かった。

特に相関が強かったのは、順に国語への関心・意欲・態度、書く能力、話す・聞く能力であった。比べて、読む能力は 2-1 の相関分析同様に相関が他より弱かった。しかし言語についての知識・理解・技能や読む能力も他の国語の能力より相関が弱いのは 2-1 の相関分析結果から予想される結果とは異なった。文章題は単純に読む量が多い問題であり、「差」というキーワードをそのまま演算子に変換してしまうといった間違いが多いことからかも、順位相関においても相関が強くと予想していた。ここから各分類における国語の能力に関係するつまづきの様相が異なると考えられるため、さらに分析を進めることとした。

Table 4. 問題4 (2) 解答類型別人数と分類

項目	人数(名)	確率(%)	分類人数(確率)
1 正答	46	42.59	正答 46(42.59%)
2 計算ミスと推察されるもの 0.6-0.24=0.36	9	8.33	
3 125×0.36=45 と解答しているもの	2	1.85	解決過程 14(12.96%)
4 0.6-0.24=0.36 125×0.36=45 45+80=125 と解答しているもの	2	1.85	
5 0.6+0.24=0.84 125×0.84=105 と解答しているもの	1	0.93	
6 125×0.6=75 125×0.24=30 75-30=45 と解答しているもの	2	1.85	
7 125×0.24+80=110 155-110=45 と解答しているもの	9	8.33	
8 125×0.24+80=110 と解答しているもの	4	3.70	理解過程 48(44.44%)
9 上記以外の数値の解答	7	6.48	
10 上記以外の式の解答	10	9.26	
11 無解答	16	14.81	

Table 5. 問題4(2)の分類と数学文章題合計得点、国語の各能力に関するスパイアマンの順位相関

	1	2	3	4	5	6
1 分類	-					
2 数学文章題合計得点(問題4(2)を除く)	.45**	-				
3 国語への関心・意欲・態度	.50**	.24*	-			
4 話す・聞く能力	.43**	.23*	.74**	-		
5 書く能力	.48**	.32**	.87**	.67**	-	
6 読む能力	.30**	.25**	.48**	.47**	.50**	-
7 言語についての知識・理解・技能	.35**	.34**	.35**	.44**	.37**	.29**

*** $p < .01$, * $p < .05$, + $p < .10$

2-3 1 要因 3 水準分散分析

■ 結果

数学文章題合計得点(問題 4(2)の得点を除く)、話す・聞く能力、書く能力、読む能力、言語についての知識・理解・技能についてそれぞれ 1 要因 3 水準の参加者間分散分析を行った結果、すべての要因で数学文章題の問題解決の主効果が有意となった(Table 6)。(数学文章題合計得点(問題 4(2)を除く) : $F(2,105) = 13.29, p < .01$; 国語への関心・意欲・態度 : $F(2,105) = 18.11, p < .01$; 話す・聞く能力 : $F(2,105) = 12.67, p < .01$; 書く能力 : $F(2,105) = 18.17, p < .01$; 読む能力 : $F(2,105) = 5.49, p < .01$; 言語についての知識・理解・技能 : $F(2,105) = 6.98, p < .01$)。

多重比較(Holm 法)の結果、数学文章題合計得点において、理解過程の生徒($M = 6.15, SD = 3.05$)と正答の生徒($M = 8.76, SD = 1.77$)の平均点の間に有意な差が見られ、正答の生徒のほうが高かった($t(105) = -5.13, p_{adj} = .00$)。国語への関心・意欲・態度において、理解過程の生徒($M = 59.26, SD = 27.71$)と解決過程の生徒($M = 80.95, SD = 18.96$)と正答の生徒($M = 85.63, SD = 14.41$)の平均点の間に有意な差が見られ、解決過程と正答の生徒は理解過程の生徒より平均点が高かった(理解過程 : $t(105) = -3.27, p_{adj} = .00$; 正答 : $t(105) = -5.85, p_{adj} = .00$)。解決過程と正答の生徒に有意な差は見られなかった($t(105) = -0.70, n.s$)。話す・聞く能力において、理解過程の生徒($M = 64.66, SD = 23.40$)と正答の生徒($M = 84.17, SD = 13.49$)の平均点の間に有意な差が見られ、正答の生徒の方が高かった($t(105) = -5.00, p_{adj} = .00$)。書く能力において、理解過程の生徒($M = 51.04, SD = 34.92$)と解決過程の生徒($M = 82.36, SD = 22.18$)と正答の生徒($M = 83.44, SD = 18.83$)の平均点の間に有意な差が見られ、解決過程と正答の生徒は理解過程の生徒より平均点が高かった(理解過程 : $t(105) = -3.74, p_{adj} = .00$; 正答 : $t(105) = -5.70, p_{adj} = .00$)。解決過程と正答の生徒に有意な差は見られなかった($t(105) = -0.13, n.s$)。読む能力においては、理解過程の生徒($M = 50.55, SD = 22.54$)と正答の生徒($M = 65.60, SD = 21.69$)の平均点の間に有意な差が見られ、正答の生徒の方が高かった($t(105) = -3.22, p_{adj} = .01$)。言語についての知識・理解・技能においては、理解過程の生徒($M = 77.56, SD = 14.39$)と正答の生徒($M = 87.57, SD = 10.81$)の平均点の間に有意な差が見られ、正答の生徒の方が高かった($t(105) = -3.73, p_{adj} = .00$)。

■ 考察

全ての要因で、理解過程と正答の生徒の間に有意な平均点の差が見られたことから、理解過程にとどまる生徒は正答の生徒よりも、数学だけでなく国語の各能力が低いことが数学文章題へのつまずきの要因の可能性があることが分かった。特に、国語への関心・意欲・態度と書く能力において、解決過程と正答の生徒が理解過程の生徒より有意に平均点が高かった。国語への関心・意欲・態度は話す・聞く能力に該当する音声聞く問題と書く能力に該当する問題のうち作文の問題の結果を反映した得点率であり、これらの問題で関心・意欲・態度を判断できるかについては疑問が残る。ここから理解過程でつまずく生徒は、少な

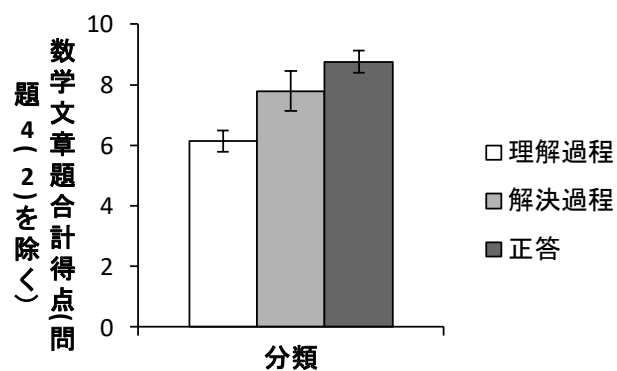
くとも国語の書く能力が低いと推察され、数学の指導と同時に国語の書く能力を高める指導が有効であるという指導上の示唆が得られた。

一方で、すべての要因で解決過程と正答の間には有意な差が見られなかったことから、プラン化過程や実行過程でのつまずきは、国語の各能力や数学文章題を解く能力では説明できないことが分かった。プラン化過程ではどのような演算を選ぶかという方略的知識、実行過程では演算を実行する手続き的知識が関わっており、変換過程と統合過程に比べてより算数・数学固有の知識を必要とする。よって解決過程と正答の生徒の間に有意な平均点の差が見られないのは、算数文章題の問題解決過程の理論上予測される結果であり、解決過程にとどまる生徒には数学科で数学固有の知識や考え方を指導することが有効である可能性が示唆された。

Table 6. 数学文章題と国語の各能力の1要因3水準分散分析

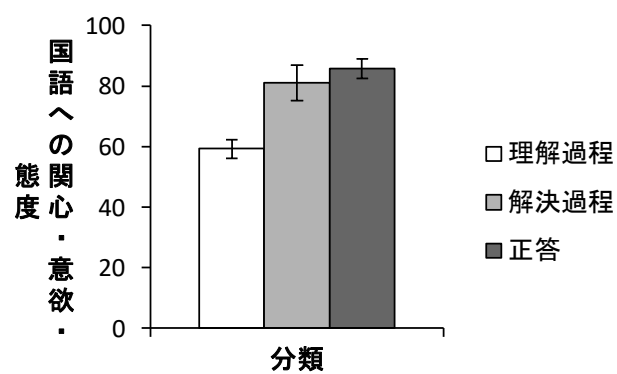
数学文章題合計得点 (問題4(2)を除く)	国語への 関心・意欲・態度		話す・聞く能力		書く能力		読む能力		言語についての 知識・理解・技能			
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD		
理解過程	6.15	3.05	59.26	27.71	64.66	23.40	51.04	34.92	50.55	22.54	77.56	14.39
解決過程	7.79	2.22	80.95	18.96	77.26	16.62	82.36	22.18	63.02	26.16	82.00	14.44
正答	8.76	1.77	85.63	14.41	84.17	13.49	83.44	18.83	65.60	21.69	87.57	10.81
理解過程<正答**		理解過程<解決過程, 正答**		理解過程<正答**		理解過程<解決過程, 正答**		理解過程<正答**		理解過程<正答**		

** $p < .01$, * $p < .05$, + $p < .10$



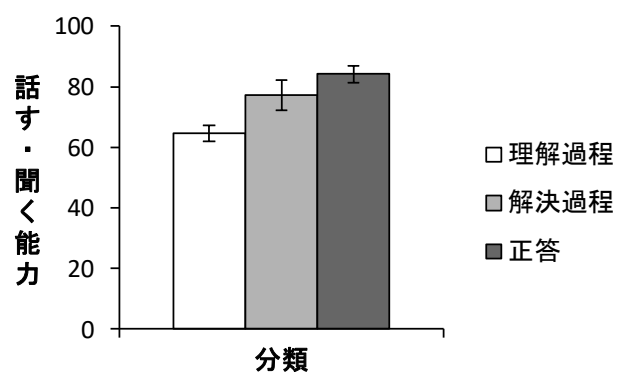
※エラーバーは標準誤差

Figure 2. 数学文章題の分類別平均点



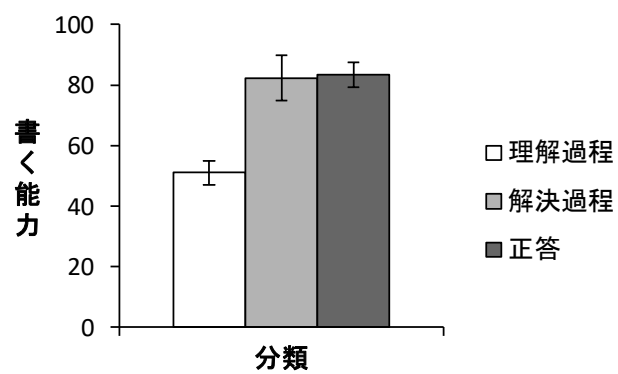
※エラーバーは標準誤差

Figure 3. 国語への関心・意欲・態度の分類別平均点



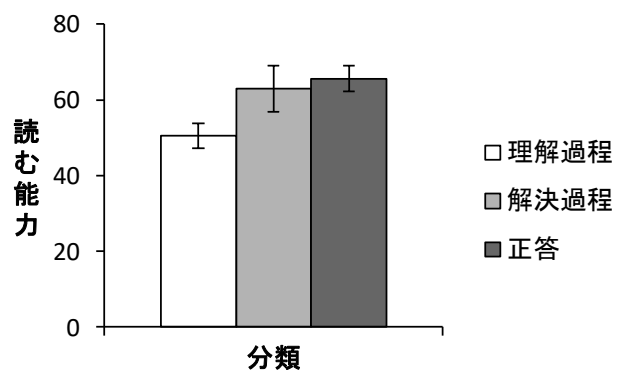
※エラーバーは標準誤差

Figure 4. 話す・聞く能力の分類別平均点



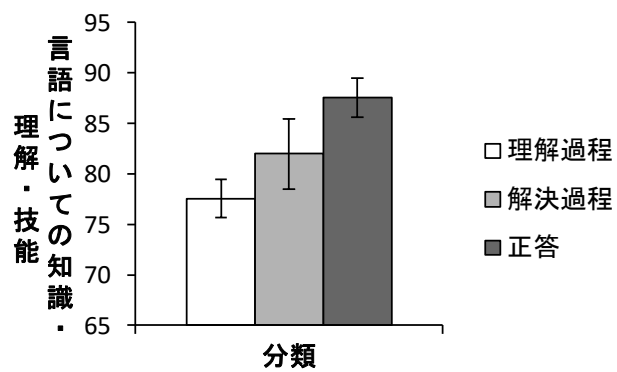
※エラーバーは標準誤差

Figure 5. 書く能力の分類別平均点



※エラーバーは標準誤差

Figure 6. 読む能力の分類別平均点



※エラーバーは標準誤差

Figure 7. 言語についての知識・理解・技能の分類別平均点

3. 数学と国語の学習に関するアンケート(調査2)の結果

3-1 因子分析

数学と国語の学習尺度 18 尺度について、探索的因子分析(最尤法,プロマックス回転)を行った。因子数は、固有値の減衰パターン(6.095, 2.848, 1.677, 1.286, 1.169, 0.679, …), および因子の解釈の可能性を考慮して 5 因子とした。回転後の最終的な因子パターンを Table7 に示した。第 1 因子は数学と数学文章題に関わる項目で負荷量が高く見られたため、数学・数学文章題因子と名付けた。第 2 因子は国語に対する主観的な印象に関わる項目で負荷量が高く見られたため、国語の得意度因子と名付けた。第 3 因子は、数学と国語の共通性に関わる項目で負荷量が高く見られたため、数学と国語の共通性因子と名付けた。第 4 因子は、人の話を聞くことや、人と話すことに関わる項目で負荷量が高く見られたため、話す・聞く因子と名付けた。第 5 因子は、文章を読むことや書くことが好きかに関わる項目で負荷量が高く見られたため、文章を読む・書く因子と名付けた。

Table 7. 数学と国語の主観的学力観(調査2) 因子分析 (N=105)

項目 番号	項目	因子負荷量					共通性
		I	II	III	IV	V	
1:数学・数学文章題							
2	さまざまな事柄(ことがら)を数字や図形を用いながら、論理的に考えることは得意ですか	.89	-.03	-.10	-.06	.01	.69
1	さまざまな問題を数字や図形でとらえたり、それらの関係などを見出したりすることが好きですか	.84	-.20	-.05	.00	.21	.61
14	数学の文章題を解くことは好きですか	.79	-.10	.00	.06	.08	.60
15	数学の文章題を解くことは得意ですか	.72	.18	.04	.09	-.13	.70
4	数学で学習する方程式の特徴や図形の性質などを理解することは得意ですか	.61	.16	.11	-.12	-.15	.54
3	文字 (xやy) を用いた計算をすることや、関数の関係を式であらわしたりすることは得意ですか	.47	.28	.16	.00	-.18	.52
2:国語の得意度							
13	言葉の特徴や決まり、漢字などについて理解し、使うことは得意ですか	-.02	.79	.18	-.08	-.20	.62
10	相手に伝わるように考えて文章を書くことは得意ですか	.00	.78	-.14	.02	.16	.69
12	文章を読み、自分の知識や体験と関連付けて自分の考えをもつことは得意ですか	.16	.62	-.05	-.06	.12	.50
11	文章を読むことは得意ですか	-.02	.61	.04	-.06	.38	.63
9	相手の話を聞き、自分の話をすることは得意ですか	-.15	.59	-.16	.37	.04	.62
3:数学と国語の共通性							
17	数学の文章題を解くことと、相手に伝わる文章を書くことには共通することがあると思いますか	-.08	.04	.90	-.09	.11	.78
18	数学の文章題を解くことと、言葉の特徴や決まりを理解することには共通するところがあると思いますか	-.03	-.01	.81	.08	.14	.69
16	数学の文章題を解くことと、国語の文章題を解くことには共通することがあると思いますか	.15	-.14	.68	.16	-.01	.55
4:話す・聞く							
5	話すことは好きですか	-.04	.02	.07	.87	-.17	.67
6	人の話などを聞くことは好きですか	.04	-.06	.06	.67	.16	.54
5:文章を読む・書く							
8	文章を読むことは好きですか	-.07	.07	.18	-.10	.86	.75
7	文章を書くことは好きですか	.16	.21	-.04	.16	.52	.57
因子間相関		I	.43	.48	.15	.10	
		II		.30	.44	.34	
		III			.06	.07	
		IV				.42	

3-2 相関分析

■ 結果

3-1の5つの因子と数学文章題、国語の成績の相関分析を行った結果をTable8に示した。

数学・数学文章題因子は、国語の得意度因子($r=.36, p<.01$), 数学と国語の共通性因子($r=.45, p<.01$), 文章を読む・書く因子($r=.22, p<.05$), 数学文章題合計得点($r=.28, p<.01$), 国語合計得点率($r=.25, p<.05$), 書く能力($r=.19, p<.05$), 読む能力($r=.27, p<.01$)との間に有意な正の相関を示した。国語の得意度因子は、数学・数学文章題因子のほかに、数学と国語の共通性因子($r=.24, p<.05$), 話す・聞く因子($r=.43, p<.01$), 文章を読む・書く因子($r=.54, p<.01$), 国語合計得点率($r=.24, p<.05$), 国語への関心・意欲・態度($r=.16, p<.10$), 書く能力($r=.20, p<.05$), 読む能力($r=.23, p<.05$), 言語についての知識・理解・技能($r=.19, p<.05$)との間に有意な正の相関を示した。数学と国語の共通性因子は、数学・数学文章題因子と国語の得意度因子のほかに、話す・聞く因子($r=.19, p<.10$), 文章を読む・書く因子($r=.27, p<.01$)との間に有意な正の相関を示した。話す・聞く因子は、国語の得意度因子と数学と国語の共通性因子のほかに、文章を読む・書く因子($r=.36, p<.01$)との間に有意な正の相関を示した。文章を読む・書く因子は、数学・数学文章題因子と国語の得意度因子と数学と国語の共通性因子と話す・聞く因子のほかに、国語合計得点率($r=.34, p<.01$), 国語への関心・意欲・態度($r=.21, p<.05$), 話す・聞く能力($r=.20, p<.05$), 書く能力($r=.26, p<.01$), 読む能力($r=.36, p<.01$), 言語についての知識・理解・技能($r=.24, p<.05$)との間に有意な正の相関を示した。

■ 考察

数学・数学文章題因子は、数学文章題合計得点と国語合計得点率、書く能力、読む能力と相関があり、数学や数学文章題を好き・得意と思っていることは、実際の成績、さらには国語の書く能力、読む能力と関係があることが分かった。

国語の得意度因子は話す・聞く能力以外の国語の能力と相関があったが、数学文章題合計得点と有意な相関が見られなかった。本研究では、国語の得意度は数学文章題には関係するとは言えなかった。

数学と国語の共通性因子に関しては、数学と国語に論理的思考を働かせて問題や相手の話、文章を読んだり書いたりすること、またそのために語彙力が必要であると考えている生徒は、国語や数学文章題の成績も良好なのではないかと考えたために作成した質問項目で構成されているが、客観的学力と相関が見られなかった。生徒にとって数学と国語の関係は考えたことがなく想定される場面が思い浮かばなかった可能性がある。また、後述にもあるが、論理的思考を働かせて問題を解いている生徒が少ない可能性もあり、相関がみられなかったとも考えられる。

話す・聞く因子も客観的学力と相関がみられなかった。その点について考察すると、質問項目は「話すことは好きですか。」「人の話などを聞くことは好きですか。」で構成されており、生徒は友人や先生の話聞くことや話をするというような日常生活の場面を想定し

たと考えられる。しかし、試験での話す・聞く能力は、討論している音声を聞き、提案の内容や提案の仕方、司会進行の工夫を問う問題であった。よって、日常生活上の話すことや聞くことは、試験で討論内容を客観的に聞いて問題を解くことと、生徒にとってはあまり関係がないと捉えられており、主観的学力観と客観的学力が全く合致していない結果となったと考えられる。国語の得意度因子と話す・聞く能力が相関しないのも同様の理由と考えられる。

文章を読む・書く因子は読む能力、書く能力をはじめ全ての国語の能力と相関があったことから、生徒が考える文章を読む・書く場面は、試験で長文読解や読み取った内容から文章を書くといった問題を解く場面を想定しており、主観的学力観と客観的学力が一定合致していると考えられる。また他の 4 因子全てと相関があり、文章を読むこと書くことを積極的にとらえていることと、国語のほかの能力を使うことや数学・数学文章題に関わる学習を積極的にとらえることには関係があることが分かった。

Table 8. 各因子と数学文章題成績と国語成績の相関分析

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1 数学・数学文章題	-										
2 国語の得意度	.36**	-									
3 数学と国語の共通性	.45**	.24*	-								
4 話す・聞く	.13	.43**	.19 ⁺	-							
5 文章を読む・書く	.22*	.54**	.27**	.36**	-						
6 数学文章題合計得点	.28**	.00	.13	.04	-.01	-					
7 国語合計得点率	.25*	.24*	.08	.05	.34**	.42**	-				
8 国語への関心・意欲・態度	.14	.16 ⁺	.07	.09	.21*	.30**	.86**	-			
9 話す・聞く能力	.10	.03	.05	-.03	.20*	.31**	.74**	.75**	-		
10 書く能力	.19*	.20*	.10	.13	.26**	.34**	.85**	.93**	.64**	-	
11 読む能力	.27**	.23*	.09	-.04	.36**	.28**	.77**	.51**	.47**	.53**	-
12 言語についての知識・理解・技能	.14	.19*	.08	.05	.24*	.41**	.72**	.46**	.46**	.45**	.33**

** $p < .01$, * $p < .05$, ⁺ $p < .10$

3-3 1 要因 3 水準分散分析

■ 結果

数学・数学文章題因子、国語の得意度因子、数学と国語の共通性因子、話す・聞く因子、文章を読む・書く因子についてそれぞれ問題 4(2)の分類による 1 要因 3 水準の参加者間分散分析を行った結果、数学・数学文章題因子の主効果のみが有意となった(Table 9)。(数学・数学文章題： $F(2,105) = 4.01, p < .05$)

多重比較(Holm 法)の結果、理解過程の生徒($M = 2.25, SD = 0.66$)と正答の生徒($M = 2.58, SD = 0.62$)の平均点の間に有意な差が見られ、正答の生徒のほうが高かった($t(105) = -2.51, p_{adj} = .04$)。

■ 考察

理解過程の生徒より正答した生徒の方が、数学固有の見方・考え方を働かすことや数学文章題を解くことが好き、あるいは得意(主観的学力観)であると思っていたということが分かった。理解過程でつまづく生徒は数学文章題において、文章題の状況をうまく理解できていないと推察されるが、この結果から、調査校の生徒は、そのことを理解し、理解しているがゆえに数学や数学文章題に対して積極的な感情を持ってないのではないだろうか。

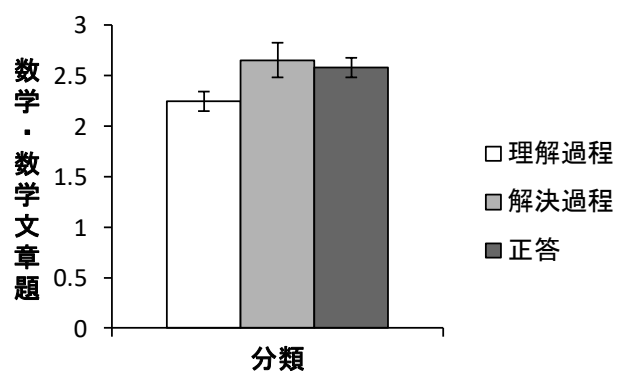
また、数学と国語の間の共通性因子に含まれる項目の出題意図として、国語の文章題を解けるだけの読みや相手に分かりやすい文章を書くことやそのために必要な語彙力といった能力と、数学文章題を解くことは、論理を理解するという教科を超えた論理的思考を働かせているという点で共通性があり、そのことに気づく生徒の実際の成績を読み取ることであった。3-2 の相関分析より数学と国語の共通性因子は生徒にとって場面が想定しにくい質問項目であったと考えられるため考察には限界があるが、3 水準のどの生徒間でも有意な平均点の差が見られなかったことは、論理的に考えるという共通性に気づく生徒は、たとえ数学文章題が完答できる生徒であっても少ない可能性があることが窺える。

国語の得意度因子、話す・聞く因子、文章を読む・書く因子では、どの水準の生徒の間にも有意な数学文章題の平均点の差はみられず、数学文章題の理解度でこれらの国語に関する主観的学力観等を推定することはできなかった。ただし、話す・聞く因子は 3-2 の相関分析より国語の客観的学力と相関がなく、尺度の内容妥当性が低いと考えられるため、分散分析においても有意な結果が得られなかったと考えられる。

Table 9. 主観的学力と問題4(2)分類の1要因3水準分散分析

	数学・数学文章題		国語の得意度		数学と国語の共通性		話す・聞く		文章を読む・書く	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
理解過程	2.25	0.66	2.73	0.56	2.63	0.79	3.11	0.75	2.60	0.82
解決過程	2.65	0.69	2.56	0.83	2.90	0.44	3.21	0.61	2.68	0.72
正答	2.58	0.62	2.62	0.67	2.88	0.77	3.13	0.67	2.60	0.83
理解過程<正答*										

** $p < .01$, * $p < .05$, + $p < .10$



※エラーバーは標準誤差

Figure 8. 数学・数学文章題因子の分類別平均点

第3節 全体考察

1. 数学文章題成績と国語成績について

本研究は、主に国語の文章理解に関わる読みの能力と数学的文章題の意味理解との関連を考察することが目的であった。結果としては、数学文章題成績と国語成績の関連において、どの分析においても読む能力は数学文章題成績と関係性が見られるが、他の国語の能力と比べると弱い関係性であった。さらに、より国語の能力の低さが原因で数学文章題につまずいていると推察される理解過程の生徒は、読む能力より書く能力の方が有意に他の生徒より平均点が低いとわかった。以下からはなぜ、読みの能力が数学文章題、あるいは広く数学の能力をうまく説明できないのかについて考察する。

文化審議会(2004)は脳科学の知見から発達段階に応じた国語教育の展開を解説している。語彙力や聞く力は側頭葉が関係しており、論理的思考力・表現力は前頭前野の神経細胞に関係がある。側頭葉は早くから大人と同じような働きをするようになるため、乳幼児期から「話す・聞く」を中心としたコミュニケーションの中で言葉を発達させていき、3歳～11・12歳になると、「話す・聞く」に加え「読む・書く」の「繰り返し練習」によって知識を定着させ、特に「読み」の学習を先行させることで言葉の知識(特に語彙力)を増やすべきだとしている。一方前頭前野の神経細胞は、生後～3歳までに急激に成長し、その後大きな変化が見られなくなり、小学校高学年から中学生の思春期に再び急激な成長を始める。よって中学生からそれまでの基礎的な国語力を用いて国語だけでなく他教科や様々な体験を通じて論理的思考力を育成していくべきだとしている。

また、「読み」の意味範囲は広がってきている。犬塚・椿本(2014)は先行研究を概観し、「中等教育までで身に着ける読む力を『基礎的リテラシー』とすると、それは文章そのものの把握、すなわちテキスト・ベースの理解が中心であったと言える。しかし、OECD 生徒の学習到達度調査(PISA)では、『読解リテラシー』として、文章からの情報を正確に抽出する力だけでなく、内容を吟味したり評価したりする力を問うている。自らの知識と結びつけた状況モデルの構築と、内容を吟味する批判的読解が重視されていることがわかる。このように考えると、基礎的なリテラシーとしての『テキスト・ベースの構築』と同時に、より高度な『状況モデルの構築』と『批判的読解』の両方が重視されていると言える」(p.22)と述べている。つまり「読み」は文章を単純に読んで理解するだけでなく、既有知識や他の情報源から客観的に理論を再構築したものを理解し、適切に評価をすることまで求められてきている。「読み」をこのように考えれば、話す・聞く能力は読む能力や書く能力に先行して発達していることと、他教科の学びから総合的に発達する論理的思考が11・12歳から本格的にできるようになることから、論理的に読むことや、PISA型読解力の求める批判的読みといった高次の「読み」は中学2年生ではまだ発達途上である可能性がある。本研究の結果においても、読む能力が相関分析や順位相関分析以外で説明力が低いのは、数学文章題という他教科の中でも働く高次で汎用的な読みができていなかったことを表していると考えられる。

読みの能力の意味範囲が広がりを考えれば、上記のような高次で汎用的な読みの能力を既存の試験の評価観点で測定する困難さも課題である。例えば、本研究で使用した国語の試験問題で、インターネットの利用状況に関してのアンケート調査結果を棒グラフに表しており、そこから読み取れる内容を書く問題があった。これには、書く能力と、関心・意欲・態度、そして三段落構成で書かせることを要求していることには言語についての知識・理解・技能の評価がついていた。この問題は確かに読み取れることを記述式で書かせているので、客観的に分かりやすい文章を書く能力を読み取る問題であるかもしれない。しかし PISA の読解リテラシーのような広義の読みの能力からすると、非連続テキストを読む問題として読みの能力に含まれる。この問題が非連続テキストの読みを意識しているのであるとすれば、読む能力も評価観点に入れるべきではないだろうか。読んで理解するという問題を問題にして評価するには、たしかに長文読解で適切な選択肢を選ぶことが一番分かりやすいが、話す・聞く、書く活動の中にも生徒の思考過程には必ず含まれている。能力ベースの評価観点に基づきテストを作成することは、教員が生徒の能力をより正確に判断する上でも重要ではないだろうか。

分散分析では、理解過程にとどまる生徒に対して書く能力を伸ばすことが必要である可能性が示唆されたが、どのような指導が望ましいのか考察する。上記の通り、他教科である数学にまで波及するためには、やはり論理的思考力を働かせた高次の書き能力を育成する必要があると考えられる。犬塚・椿本(2014)は、「日本の国語科の教育場面では『自由に』『感じたままを』を記述することが重視され、論理的に書くことに関する指導が十分に行われていない」(p.87)と指摘した上で、論理的な文章を書く「型」を意識し活用させるために、思考を図で表現する(思考図)ことについて取り上げている。作文する過程に応じて適切な図を使う知識と、図を使って思考した後に文章にする技術は、論理的な文章を書くだけでなく、読解、聴解、プレゼンテーションといった論理的なコミュニケーション全般に応用できるとしている。調査校の国語の授業で、思考図の一つであるクラゲチャートを使って、ある条例に対して 2 社の新聞記事を読み比べる授業を見学させていただいたことがある。思考図が書かれた下敷きを生徒は持っており、少なくとも国語の授業では日常的に使用されているようであった。思考図を使うことによって小学校の低学年から図を使って思考する学習を行い、学年が上がるにつれて思考した結果を文章にする学習を小学校・中学校通じて行うことが必要だと考える。また、新学習指導要領では高等学校に論理国語が新設される。論理国語では、「主として『思考力・判断力・表現力等』の創造的・論理的思考の側面の力を育成する科目として、実社会において必要となる、論理的に書いたり批判的に読んだりする資質・能力の育成を重視している」(文部科学省, 2019, p.144)とあるように、論理的な読み書きを重要視している。小中学校で論理的な読み書きを重要視し指導することは、円滑な高等学校への接続を考える上でも必要である。

2. 数学文章題成績と数学・国語の主観的学力観等について

本研究では、主観的学力観と客観的学力の関連についても分析した。例えば、数学や数学文章題が好きだ・得意だと感じているのにも関わらず成績が振るわない、つまり相関係数が有意にマイナスになるような項目は見られず、主観的学力観と客観的学力が伴わない生徒の存在は少ないという結果となった。

教科間の関係において、数学や数学文章題の問題解決の様々な側面について、主観的に好きだと感じていることや、理解している、得意だと感じていることが、国語の得点率や書く能力、読む能力と正の相関を示した。全体的に、数学文章題と国語のそれぞれの合計得点あるいは合計得点率と、数学と国語に関わる因子の相関を見ても、数学に対する主観的学力観と国語の客観的学力は関係があったが、国語に対する主観的学力観と数学の客観的学力の関係性を見出すのは難しいことが分かった。ただ、文章を読む・書く因子が全ての因子と相関があったことから、本研究の因子内に限れば、文章を読むこと書くことに積極的であることと、数学と国語の学習に対して積極的にとらえられることには関係があった。

数学文章題の成績と国語成績を要因とした 1 要因 3 水準分散分析と、生徒の主観的学力観等を要因とする 1 要因 3 水準分散分析を比較すると、生徒の実際の能力においては数学文章題の理解度と国語の各能力の程度には関係があったが、生徒の主観的学力観等では数学文章題の理解度は数学や数学文章題の主観的学力観とのみしか関係が見られなかった。国語に関わる因子のうち、国語の得意度因子と文章を読む・書く因子は国語の各能力の成績と多く相関していたため、客観的学力で行った分散分析のように 3 水準間で有意な平均点の差がみられても不自然ではなかったがそうはならなかった。生徒は数学文章題の特に文章理解を行う上では国語の様々な能力を使っているがそのことには気づいていない可能性がある。理解過程の生徒には国語の書く能力を育成することが必要である可能性が示唆されたことから、少なくとも数学科の数学文章題の文章理解指導と国語科の書くことには共通性をもって指導していく必要がある。上記でも述べたが、特に論理的に書くことは論理的思考を使っており、論理的思考を働かせること自体には数学と国語に必ず共通性がある。例えば、国語で文章を読み比べて考えをまとめるときに思考図を使うように、数学で解法が何パターンもあるときに思考図を使って生徒の解法をまとめるような活動があると、思考をまとめることには教科共通の型があるという認識が生徒に生まれるのではないだろうか。総合的な学習の時間のように 1 コマ授業を設けて数学と国語の教科横断的学習をするのではなく、各授業の些細な 1 場面に共通な活動を設けるような指導上の工夫が必要であると考ええる。

第3章 インタビュー調査

第1節 調査方法

本研究では、数学文章題の意味理解と国語の文章理解は、文章を逐語的に理解した後、既有知識とともに理解を深めるという過程が存在するという点において共通性があり、また実際に分析する中で、数学文章題成績と国語の各能力は相関関係があり、より数学文章題の意味理解が出来ていない生徒は、意味理解以降で間違えている生徒や正答の生徒よりも各国語の能力が低く、それ故に数学文章題の意味理解が出来ていないのではないかという結果が得られた。ここから、数学と国語の文章理解に対する指導は、特に低学力層の生徒に対しては数学科における指導と国語科における指導が相補的關係となって、生徒が数学、国語に関わらず文章理解が出来るようにする指導が必要ではないかと考えた。よって、本研究では、第2章で質問紙調査に参加した調査校の生徒を日頃指導している調査校の数学科教員2名(以下 T1, T2)に、インタビュー調査を行い、調査結果(インタビュー実施時は中間報告であった)を踏まえながら、数学と国語の共通している点やそれを指導にどう活かしているかについて分析する。

第2節 結果

以下、エピソード内の()内は、筆者が補った言葉であり、発言の一部は文脈を損なわない程度に省略した。

第一に、数学と国語の共通性については2つの観点が得られた。

1) 文章中の同じ言葉・考えを探して分類すること

T2: その文字(安静時心拍数)の配列と同じ配列のものがこのチラシの中におるわけですけどその二つが多分イコールで繋がってないんだから言葉の理解ができてないそういう意味合いなのかなって思った。例えば読む力やったらこれをぎーと読んでいったらいいたらいいだけで文章として読んでいけるけど、このワードの中でこのワード前も出てきたなーとか、ここのワード前も出てきたなどっかにあったなあと思って言う探す能力というか。それってでも国語でも一緒に、傍線部何々とありますがこれはどういうことですかみたいな問題。こんな文章を持って来てこやってこやって探していくっていうあの作業とこの作業って多分一緒なんじゃないかな。この作業ができないから結局ここに書かれている安静時心拍数を、あーここやな、ここやなって見える子は解けるけど「安静時心拍数ちなんて?」って言って「意味分からんし」でなってここにたどり着けない。

T1・T2: 数学にたどりつけない。

T2: これは国語でも一緒のはず。国語も「これとは何を指しますか」って聞かれた時に、「これってここにあるな。でもそこからどこを読んだら良いか」ってなって解けない。そのプロセスと一緒になんじゃないかなって自分は思った。

調査1問題4は安静時心拍数という馴染みのない言葉が文章中(チラシ)に出てきており、(1)の目標心拍数を求める上では、目標心拍数を求めるモデル式にも安静時心拍数が登場してきたため、日常生活上の問題文パート(チラシ)にでてくる安静時心拍数と数学的な問題解決で使用するモデル式内の安静時心拍数という言葉が同じものとして認識されていないと問題が解けなかった。この同じと捉えて探し分類する力は、国語の文章題の指示語の表す意味を問う問題でも共通しているのではないかというエピソードであった。

2) 初見や理解できない文章に対して、分からない1節があった場合に、それと同じ言葉・考え方であろうものを代入すること

T2: だって変な話でもこれの言葉の意味がわかってなくてもこの問題はぶっちゃけ解けるじゃないですか。要はこの文字の配列とこの文字の配列が同じ文字の配列でって言う・・・

T1: それわかる子ってめちゃくちゃ多分数学出来る子やとおもう。やって。代入的な考え方で。これもし国語の意味が分からずに、例えば極端な話で、英語やとして、これが全部。出来んで私多分。こことここが一緒だからって

T2: ほんまっすか

T1: 私はできん

T2: 僕英語やったらむしろそうやってやる

T1: 英語じゃなくてもいいわ。とりあえず自分が分からない言語、パートがね?自分が意味が分からない言語が羅列

T2: 同じ言語がでてきたら何となく自分はこれのことかなって考えながら解いていく。多分。

T1: それはでもかなりレベルが高いんじゃない。中学生にできるかどうか

T2: でもその言語についての知識・理解・技能っていうものの解釈がなにかによりますけども僕の中の解釈はそういう解釈なのかなって思った。これがこのイメージがどうのこうのとかっていう言語の解釈っていう捉えも多分ある

T1: 私そっちなって思った

T2: 僕はこれがこの文章の中にあるっていう同じものだっていう解釈かなって思った。でもその代入的な発想ってさっきの国語の文章でも同じじゃないですか

T1: 評論分でも同じやね

T2: それができる子できん子で分かれる。だからこっちができる子はそりゃもちろん国語もできるよねっていう話で。逆にでも国語でこれができても数学はここに要は数値を当てはめて計算するだからできない。

以下のエピソード以外にも、英語の文章に対して、分からない1節があった場合に、文構造に文法上適切な単語を入れていくと考えるのが代入に似ているという話もあった。そこからまとめると、問題4を例にすれば、安静時心拍数という言葉自体のイメージや理解が出来なくても、同じ文字配列を見つけておき、残りの理解できる文章と文構造的に、数学の問題解決ができるだけの文章理解はできるため、あとは、同じ文字の所に同じ文字が使われている文を代入し理解する。そして英語や国語の文章題で、分からない一節があったとしても、飛ばして全部読んで改めて考えたときに、文章中で言い換え表現やまとめた部分があればわからない部分も推察できるという経験と近いということであった。こういった処理ができるには、様々な文章に慣れて論調に慣れておく必要や、文構造を理解する必要がある、それを指して中学生には難しいという発言が出たと考えられる。

第二に、理解過程でつまづいている生徒のうち、国語の能力が低いがゆえにつまづいていくと感じる生徒の特徴については以下のようなエピソードがある。

T2:パって出てきたのが、1次関数で追っかけ問題あったじゃないですか、クラブの。あれで授業で実際に順番にやったのが、家から図書館までは何m離れちゃうがとかって全部の情報を、まあいうたらなんていうのかな、分類、整理か。整理していくっていうのをやって、その時に早つまりく子はおる。

T1:うーん

T2:だから文章ざーと読んで読ますなり、こっちが読むなり、何らかの方法で情報が1回入りました。で、改めて整理をする。そのコーナーでつまりくやつ。「え、なんでみんなわかるが」みたいな。

T1:文章読んでるときは？

T2:一緒に読みゆう。けど、「はい、じゃあ聞くで」って。「学校から図書館までは何キロ離れちゃうが?」「3キロ」「え、なんでそんなんわかるが」っていう子が一人二人おる。

話題になっている問題とは、速さを使った1次関数の典型的な問題で、片方の人物がもう片方の人物を追いかけるときの速さや道のり、かかった時間などをグラフとともに考える問題である。登場人物も2人以上出てきて、関わる数量も多いので、授業の導入ではこの先の問題解決に関わる数量かの判断は関係なく、出てきた数量を表などでまとめさせる。この時に、文章中に学校から図書館までは3km離れているという1文があり、改めてそれを聞かれたときに答えられない生徒が、数学の能力以前でつまづいていると思われると述べている。これは、1節・文ごとの理解を行うテキスト・ベースという初歩的な読みができていないことになる。

また、調査1問題4(2)で、与えられている量に運動強度の差が0.24であったことや求められている量が目標心拍数の差であったことから、誤答の多くは差という言葉を理解していないことが原因であったことを引き合いに出しながら、

T1: 差という言葉の意味はみんなわかる。どんなに学力が低い子でも差ってことの意味は分かってると思うから数学じゃない?

T2: 意味っていうか、差って何って聞いたら、引き算っていう言い方をする子が多い。圧倒的に多い。

T1: 引き算の答えを先に言うんやって

T2: 引き算の答えのことを差っていうのであって、引き算のことを差って解釈してる子が多い。だから差って何っていう質問をこっちが吹っ掛けたら、「分からん」っていう奴も居れば、「引き算のこと?」

T1: それは多いね、たしかに。

T2: でも引き算のことって厳密に言えば減法のことやから、数学的な知識・理解の解釈でとどまっているととらえるのかなって思うけど、(中略)どちらかと言うとその「差」っていうワードの使い方ですみずいてるかなっていう感じ。だから0.24っていうのが差ってでてきちゃう、で、差っていうものが引き算やっていうのが何となく頭の中にある子は引くとか足すとかがでてきちゃう。けど差っていう言葉。言葉としての差っていうものが引き算っていうものと結びついてないって考えるんやったらそれは国語なんじゃないかなと思うけど

T1: どっちかって完全に分けられるものではない気がする

T2: ですよ

T1: すごく難しい。グレーゾーンっていうか、能力が混ざって差っていう言葉が分からなくなったんじゃないかな

差という言葉だけの意味はどんな生徒でもわかるが、そこに数学で実際に差を求めた経験が知識として入ってくると減法自体を差と認識し始め、今回のように運動強度の差が0.24という条件に対して、0.24をあたかも登場人物の運動強度のようにとらえて立式してしまうという間違いに至る。このように数学の場面に来た時に差という言葉の意味が演算子によって分からなくなったときに、国語の授業や日常生活上の差という言葉の意味と照らし合わせて、考え直す力が求められている。これは、既有知識との融合を行う統合過程や、フィードバックに関係する力であると考えられる。

第三に、上記のようなつまずきを抱える生徒への指導について伺った。

T2: みはじの問題やったら、速さ・時間・道のり・兄・妹まで最初は書いちゃって、分かる情報埋めてみいやって丸投げする。そうすると教科書はだいたい何かを x とかっておいちゃったりする。それをあえて無視してこの文章からわかることだけ全部書いてみいってやしたら速さしか書けなかったりする。そこで初めてじゃあどうするってなって、 x と y がいる、どれを x にするのっていうやり取りがついてきて、時間を x にする子もおれば、道のりでいいんじゃないっていう子もおる。じゃあ表は2つになるね2つになるね、って表2種類構えて・・・(以下略)

T2: 例えばサイコロ二つ投げる問題それも樹形図でちゃっちゃちゃか書いていく。これも一つの読み取り。でも僕二つ投げてるんやったら表書けっただいたい教えよう。

このように、問題文に書いてある情報をそのまま答えることが難しい生徒には、表の枠組みだけ教員が与えて、表を埋める形で文章を整理し理解させる手立てを行っている。一方で他のエピソードでは、解き方は自由であえてノーヒントで解かせることもあるようである。生徒は他の人と相談する中で、否応なく文章を理解していくことになる。そうすると普段理解過程でつまづいているような生徒でも、2, 30分時間を与えると自力で導けることもあるそうである。

ほかの手立てとしては、

T1: 例えば子どもが記述式の問題とかで、例えば私がこれちょっと誰か答えてって言って、子どもが答えた言葉が日本語として不完全な時にめっちゃ推考させることはある。え、これってこの子はこういうことが言いたいがよねって。みんながそうそうって。それってどうやって表現したらいいかなって。そしたら先生日本語おかしいでって、子どもたちの中でどんどん精選されて行って、こうやって表現したらいいんじゃないってなる場面は結構ある。

授業中の不完全な発言に対してクラス全員で会話しながら理解を深めていくことは、その発言をした生徒にとっては、分かりやすく客観的に話すことや考えることを学ぶ機会となっている。また、文章を読めない生徒の中には、書かれた文章を読むことが苦手な生徒も存在する。そういった点においても、教員がたとえ不完全な発言であろうとも取り上げて、生徒の中で理解が進むように話を持っていくことは、数学の学習だけでなく、論理的に考える訓練にもつながっている。

ノーヒントで解かせるという手立てと共通していることの一つは、生徒の学びに向かう社会情動的スキルを培わせようとしていると考えられる点である。理解過程でつまづく生

徒というのは文章が理解できないため、問題を解かせても長い間鉛筆が止まるような生徒や、考えることを放棄するような生徒も想定される。他のエピソードに、中学校は公教育であり授業の中で教科の学びだけでなく人間関係とかも学ばせているという発言があったが、そういった仲間との教えあい・助け合いによって学習への集中を切らさないような態度を同時に養っている。

第3節 考察

教員の挙げた数学と国語の共通性に関する2つの観点は、どちらも文章を一通り読むか、読んでいる最中に振り返って理解を深めていることから、逐語的理解よりは論理的思考を働かせた高次の読みを想定しているようである。これらの観点を話す中で想定していた場面は、多くはセンター試験の現代文や英語の長文読解であったため、それらを解いてきた経験があるからこそ教員は共通性を感じているのであって、中学生にその共通性を伝えることは時期尚早と感じるのかもしれない。ただ一方で、数学文章題の問題3や問題4の正答率からも分かるように、生徒は文章の逐語的理解や必要な情報の抜き出しといった低次の読みでつまづく生徒がいるために、共通性を生徒に気づいてもらうのは特に難しい現状がある。ゆえに、それ以上の高次の読みで数学と国語の共通性があることを普通の授業で重要であると感じることが少なく、取り立てて指導することに繋がらないとも考えられる。また数学で読み取りを特別指導しようと考えたと学習内容によっては、答えに直結してしまうこともあり難しいというエピソードもあり、そのことがどんな文章にも対応する汎用的な読みの指導を数学で行いにくいという要因であるように考えられる。

新学習指導要領では、教科横断的な学習の充実という視点においても、カリキュラム・マネジメントを行っていくことが重要であると考えられるが(中央教育審議会, 2016)、生徒が読みに限らず、論理的思考といった汎用的な学びへの能力を持っていない状態で、教科横断的な学習を進めることは、生徒の学びに繋がるのか疑問が残る。第2節中の3つ目のエピソードで、数学文章題を一通り読んだあと、文章中に書かれている数量を答えることが出来ない生徒もいることから、表を書くように指導するとあった。生徒にとっては数学や理科でしか数量関係を多く含む文章を読まないため、同じ文章理解過程でも数学科で大切に指導したい見通しをもって立式に使う変数を選ぶことの以前につまづく生徒がみられるのではないだろうか。より汎用的な読みを養うためには、数学と国語の共通性の2点目でも触れたが、様々な種類の文章の論理を理解する中で、論理的思考を働かせることが高次で汎用的な読みに繋がると考えられ、理数系の問題解決を意図しない数量関係を含む文章を国語科で扱うことも視野に入れるべきではないだろうか。数量関係を含む文章を国語で扱うとなれば理数系の言葉が出てくるかもしれない。その時、国語科の文章理解のために他教科の教科書で言葉の意味を確認する時間を設けることも教科横断的な学習への架け橋として有効ではないだろうか。

ただ、国語科で扱う文章の内容を変えるだけで直ちに生徒の汎用的な読みに繋がるわけではないことは明らかである。文章に書かれている数量を答えられないという逐語的理解につまずく生徒は、クラス内で低学力層である場合が多い。そのような生徒に対しては、まずは会話の中で深く考える訓練を行うことが有効であると考えられる。第 2 節の最後のエピソードのように、そういった生徒の授業中の素朴な発言を教師の誘導や他の生徒に助けられながら教科の学びに昇華するような会話による言語活動が理想的であると考え。そのためには、数学的にも日本語的にもつたない発言にも柔軟に対応する教員の態度が生徒の汎用的な言語能力を養うことに繋がっているという意識を持つことが必要であると考え

結章

本研究は、読む能力を中心に、国語の学力と数学文章題における意味理解の関係性を考察することが目的であった。相関分析では、言語についての知識・理解・技能と特に相関があり、先行研究を追従する結果となった。さらに、算数文章題の問題解決過程に照らしたときに、理解過程にとどまる生徒と正答の生徒を区別するのは、国語の全能力の成績であり、理解過程と解決過程の生徒を区別するのは主に書く能力のみであった。また、解決過程と正答の生徒を区別する国語の能力は見られなかった。ここから、理解過程の生徒のつまずきは解決過程や正答の生徒より国語の能力が不足していることに由来している可能性と、逆に、解決過程の生徒のつまずきは国語の能力では説明できない可能性が分かった。そして、理解過程の生徒の生徒には国語の書く能力を向上させる指導が数学文章題のつまずきを改善させる可能性があることと示唆された。本研究においても、読む能力は他の国語の能力よりも関係性が弱かった。この課題に対して、論理的思考という教科横断的に働く思考力が読みに作用した高次で汎用的な読みが数学という他教科と真に関連する可能性があることを考察した。

また、数学や数学文章題について好きだ・得意だと思っていることと、国語の成績は関係性があることが分かった。しかし、国語の主観的学力観と数学文章題の得点や理解度に関係性を見出すことは難しかった。ただ、文章を読むこと書くことに積極的であることと数学と国語の学習を積極的にとらえることには関係があることが分かった。さらに、インタビュー調査を通じて、教員は、数学と国語の共通性は、論理的思考力を働かせた高次の読みができることであると認識しているが、生徒が文章の逐語的理解でとどまっているため、そのことを重要だと感じることや、教えるまでに至っていない現状があることがわかった。

最後に本研究の限界と今後の展望について述べる。まずサンプル数については、算数文章題の問題解決過程に生徒を分類した際に、解決過程が14と非常に少なく、正答の46、理解過程の48も決して多くない。問題の難易度を再検討したうえで、今後はサンプル数を多くし、より詳細な分析を行う必要がある。次に、高次で汎用的な読みの能力が中学2年生ではまだ発達していないと考えられるため、経年で同じ調査を行い、結果を比較することで、高次で汎用的な読みの能力がどのように発達していくかや、高次で汎用的な読みの能力が数学の問題解決に与える影響力の変化を見ることが、読みの能力と数学の関係をより詳細に説明できる可能性がある。その時に、読みの能力がほかの各能力と相互に関連して発達するものであり、純粋に読みの能力をみとることが難しいことを念頭に、今回の現行学習指導要領の国語評価観点の能力の分け方だけでなく、特に論理的思考力といった能力を中心に様々な要因も視野に入れる必要があるだろう。最後にインタビュー調査は、国語の教員が考える数学と国語の共通性を考察せねば、2教科の横断的指導を考える上では完全ではないため、今後は国語の教員の言説も研究に取り入れることが必要である。

引用および参考文献

- 新井紀子(2019).『AIに負けない子どもを育てる』, 東洋経済新報社.
- 石岡恒憲・菅原真悟(2020).「リーディングスキルテスト,センター試験,言語運用力・数理分析力」テストの相関および因子分析」,『大学入試研究ジャーナル』,第30巻, pp.36-43.
- 犬塚美輪・椿本弥生(2014).『論理的読み書きの理論と実践 知識基盤社会を生きる力の育成に向けて』, 北大路書房.
- 植阪友理・鈴木雅之・清河幸子・瀬尾美紀子・市川伸一 (2014).「構成要素型テストCOMPASSに見る数学的基礎学力の実態:「基礎基本は良好,活用に課題」は本当か」, 日本教育工学会『日本教育工学会論文誌』,第37巻,第4号, pp.397-417.
- 熊谷 恵子 (2000).『学習障害児の算数困難』, 多賀出版.
- 公益財団法人長寿科学振興財団(更新日:2019.8.1)「心拍数と運動強度」
<https://www.tyoju.or.jp/net/kenkou-tyoju/undou-kiso/shinpaku.html>
(2021.1.30 最終確認)
- 国立教育政策研究所教育課程研究センター(2011a).『評価規準の作成,評価方法等の工夫改善のための参考資料【中学校 数学】』, 教育出版.
- 国立教育政策研究所教育課程研究センター(2011b).『評価規準の作成,評価方法等の工夫改善のための参考資料【中学校 国語】』, 教育出版.
- 国立教育政策研究所教育課程研究センター(2013a).「平成 25 年度全国学力・学習状況調査 中学校数学B」, https://www.nier.go.jp/13chousa/pdf/13mondai_chuu_suugaku_b.pdf
(2021.1.28 最終確認)
- 国立教育政策研究所教育課程研究センター(2013b).「平成 25 年度全国学力・学習状況調査 解説資料～一人一人の生徒の学力・学習状況に応じた学習指導の改善・充実に向けて～ 中学校 数学」, https://www.nier.go.jp/13chousa/pdf/13kaisetsu_chuu_suugaku.pdf
(2021.1.29 最終確認)
- 佐伯昭彦・川上貴・金児正史 (2019).「算数・数学教科書の応用問題を数学的モデリングの教材に作り替えるための枠組みに関する一考察」, 日本科学教育学会,『日本科学教育学会科学教育研究』,第43巻,第3号, pp.220-232.
- 清水裕士(2016).「フリーの統計分析ソフト HAD:機能の紹介と統計学習・教育, 研究実践における利用方法の提案」,『メディア・情報・コミュニケーション研究』,第1号, pp.59-73.
- 清水宏幸(2019).「中学校数学における立式過程にみられる文字式の理解:過不足の問題の誤答分析」,『山梨大学教育学部紀要』,第28巻, pp.93-106.

- J. ダンロスキー・J.メトカルフェ, 湯川良三・金城光・清水寛之 (訳) (2010). 『メタ認知：基礎と応用』, 北大路書房.
- 杉田和一・青山庸(2013). 「算数的活動に関する一考察」, 『仁愛大学研究紀要人間生活学部篇』, 第 4 巻, pp.68-77.
- Society5.0 に向けた人材育成に係る大臣懇談会 新たな時代を豊かに生きる力の育成に関する省内タスクフォース(2018). 「Society5.0 に向けた人材育成：社会が変わる、学びが変わる」, 『週刊教育資料 = Educational public opinion』, 第 1482 号, pp.39-50
- 中央教育審議会(2016). 「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について (答申) (中教審第 197 号)」,
https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/_icsFiles/afieldfile/2017/01/10/1380902_0.pdf (2021.1.28 最終確認)
- 東京書籍(更新日不明)「目標標準評価標準学力調査」
https://www.tokyo-shoseki.co.jp/academic/n_hyoujun.html (2021.1.30 最終確認)
- 戸田清(1954). 「単元学習の反省と文章題指導の意義」, 日本数学教育会, 『算数教育』, 第 3 巻, 第 6 号, pp.164-166.
- 中山修一・高山佳子(2004). 「算数文章題のつまずきとその指導について--文献および事例を対象とした研究」, 『横浜国立大学教育人間科学部紀要. I, 教育科学』, 第 6 巻, pp.163-177.
- 西村圭一(2001). 「〈修士論文要約〉数学的モデル化の教材開発とその授業実践に関する研究：高等学校数学科を中心に」, 東京学芸大学大学院教育学研究科修士論文.
- 日本学術会議 数理科学委員会 数理科学分野の参照基準検討分科会(2013). 「報告 大学教の分野別質保証のための教育課程編成上の参照基準数理科学分野」,
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-22-h130918.pdf> (2021.1.30 最終確認)
- 日本臨床スポーツ医学会(2015). 「骨・関節のランニング障害に対しての提言」, 日本臨床スポーツ医学会, 『日本臨床スポーツ医学会誌』, 第 13 巻, pp.243-248.
- 村井敏宏・山田充(2015). 『誤り分析で始める! 学びにくい子への「国語・算数」つまずきサポート』, 明治図書出版.
- 文化審議会(2004). 「これからの時代に求められる国語力について (答申)」,
https://dl.ndl.go.jp/view/download/digidepo_1164597_po_korekara_kokugoryoku.pdf?contentNo=1&alternativeNo= (2021.1.30 最終確認)
- 文部科学省(2008). 『中学校学習要領解説 国語編』, 東洋館出版.
- 文部科学省(2018). 『中学校学習指導要領数学 (平成 29 年告示) 解説 数学編』, 日本文教出版.
- 文部科学省(2019). 『高等学校学習指導要領 (平成 30 年告示) 解説 国語編』, 東洋館出版社.

- 文部科学省国立教育政策研究所教育課程研究センター(2009). 「小・中学校教育課程実施状況調査」 <https://www.nier.go.jp/kaihatsu/pamphlet/pamphlet001.pdf> (2021.1.29 最終確認).
- 文部科学省初等中等教育局教育課程課(2018). 「特集：情報読解力を考える 言語能力の育成に向けて～新学習指導要領における改善・充実～」, 『情報の科学と技術』, 第 68 巻, 第 8 号, pp.395-399.
- 宿野部惇平・五十嵐靖夫(2020). 「発達障害児の算数文章題のつまずきに関する研究：算数文章題と国語能力の相関分析を通して」, 『北海道教育大学紀要教育科学編』, 第 70 巻, 第 2 号, pp.61-74.
- 吉田甫・多鹿秀継(1995). 『認知心理学からみた数の理解』, 北大路書房.
- Arai, N. H. & Todo, N. & Arai, T. & Bunji, K. & Sugawara, S. & Inuzuka, M. & Matsuzaki, T. & Ozaki, K. (2017). *Reading Skill Test to Diagnose Basic Language Skills in Comparison to Machines*. Proceedings of the 39th Annual Cognitive Science Society Meeting, pp.1556-1561.
- Kintsch, W. (1994). *Text comprehension, memory, and learning*. American Psychologist, 49(4), pp.294-303.
- Mayer, R. E. (1992). *A series of books in psychology. Thinking, Problem Solving, Cognition (2nd ed.)*. W.H. Freeman and Co.

アンケート調査のお願い

この調査は、みなさんの数学の文章題を解く力と、数学と国語の学習に対して感じていることについて、うかがうものです。記入上の注意をよく読んでお答えください。

結果は統計的に処理します。個人名が特定されるなどといったプライバシーの問題はありませんので安心してお答えください。

回答にご協力いただける方は、次のページから回答してください。質問紙への回答をもって、調査への協力の同意と見なさせていただきます。回答したくないという方は、そのままご提出ください。回答しないことであなたに不利益が生じることはありません。なお、回答の途中で気分が悪くなったり、これ以上回答したくないと思ったりした方は、途中でやめてくださってけっこうです。その場合においても、あなたに不利益が生じることは決してありません。

必要のある方はここから切り取ってお持ち帰りください

研究倫理に関して この研究は調査協力者の皆様に不利益がないよう万全の注意を払って行われます。今回の同意に関わらず、いつでも調査協力者となることを、不利益を受けず撤回することができます。また、本研究の内容に関してご意見ご質問などございましたら、気軽に研究実施者にお尋ねください。

研究実施者：高知工科大学 大学院・高度教育実践コース 織田 佳乃子

E-mail: 235076j@gs.kochi-tech.ac.jp

指導教員：高知工科大学 大学院・高度教育実践コース 中村 直人

E-mail: nakamura.naoto@kochi-tech.ac.jp

調査にご協力いただける方は、以下の点について記入してください。

1	学年	()年()組
2	年齢	()歳
3	性別	男 ・ 女

【調査 1】数学文章題

調査 1 は、数学の文章問題が合計 4 問あります。

問題文の下の余白を活用して、あなたの解き方が分かるように解答してください。

【問題 1】

水が 10 cm たまっている水そうに、毎分 2 cm の割合で水面が高くなるように水を入れるとき、水を入れ始めてから 5 分後の水面の高さは何 cm になるでしょうか。

答え

【問題 2】

ろうそくに火をつけ、ろうそくの長さの変化を調べたところ、火をつけてから 4 分後には 11 cm、10 分後には 5 cm になりました。ろうそくは一定の割合で短くなるとして、次の問に答えなさい。

- (1) 火をつける前のろうそくの長さを求めなさい。

答え

- (2) ろうそくが燃えつきるのは、火をつけてから何分後ですか。

答え

【問題 3】

日本では、気温は地面から約 1.5m の高さで測定することになっています。地上から 11 km までは 1 km 上昇するごとに、気温は約 6℃ ずつ下がります。

したがって、地上の気温が 18℃ のときの、地上からのある高さの気温は、次のように求めることができます。

$$\{\text{地上からのある高さの気温(℃)}\} = 18 - 6 \times \{\text{地上からのある高さ}\}$$

地上の気温が 18℃ のときの、地上からの高さが 2 km の地点の気温を求めなさい。

ただし、地上からの高さが 2 km の地点の湿度は 65%、風速は 5m です。

答え

【問題 4】

あきこさんは、持久走でいい記録を出すために、休日もランニングをしようと考えています。
そこでランニングについて調べたことを、次のようにまとめました。

ランニング計画

【ランニングに必要なもの】

ランニングウォッチ

そうこうきより しんぱくすう
・走行距離・心拍数がわ

かるものを選ぶ

・走りすぎは骨・関節・筋に
負担をかける

中学生は、平均の1日の走
行距離を 5～10 km (月間
200km)にとどめるのが望まし
い)

サングラス、
ランニングキャップ

ランニングウェア
つうきせい
通気性が高いものを選ぶ

履きなれたシューズ

【目標心拍数を用いてペースを決めよう】

① 目標心拍数は、次の式で求めることができる。

$$(\text{目標心拍数}) = 125 \times (\text{運動強度}) + (\text{安静時心拍数})$$

※ 安静時心拍数は、安静にした状態で、手首の脈拍数を1分間数えて求める。

※ 運動強度は、運動の目的によって決まり、標準的な運動では 0.5～0.8 である。

強度が大きくなるほど、激しい運動になる。

② ランニング中は、ランニングウォッチで心拍数を確認し、目標心拍数を超えないようにする。

※ 目標心拍数はあくまで目安であるので、その日の体調や気分の状態にも注意する。

(1) あきこさんは、実際に^{もくひょうしんぱくすう}目標心拍数を計算してみることにしました。あきこさんの

^{あんせいしんぱくすう}安静時心拍数は80で、運動強度は0.6に設定しました。あきこさんの目標心拍数を求めなさい。

答え

(2) あきこさんの友人、けんたさんの安静時心拍数も80でしたが、あきこさんとけんたさんがそれぞれ設定した運動強度の差は0.24でした。このとき、二人の目標心拍数の差を求めなさい。

答え

調査1は以上です。引き続き調査2の解答をお願いします。

【調査2】数学と国語の学習について

調査 2 では、数学と国語の学習についてあなたが思っていることを、
18 問の質問と自由記述でお聞きます。

*、下の文章を読んで、あてはまる数字に1つ○をつけてお答えください。		あ て は ま ら な い	ま た く	あ て は ま ら な い	や や ま ら な い	あ て は ま ら な い	少 し ま る	あ て は ま ら な い	あ て は ま ら な い
1	さまざまな問題を数字や図形でとらえたり、 それらの関係などを見出したりすることが好きですか	1	-	2	-	3	-	4	
2	さまざまな事柄(ことがら)を数字や図形を用いながら、 論理的に考えることは得意ですか	1	-	2	-	3	-	4	
3	文字 (xやy) を用いた計算をすることや、 関数の関係を式であらわしたりすることは得意ですか	1	-	2	-	3	-	4	
4	数学で学習する方程式の特徴や図形の性質などを理解することは得意ですか	1	-	2	-	3	-	4	
5	話すことは好きですか	1	-	2	-	3	-	4	
6	人の話などを聞くことは好きですか	1	-	2	-	3	-	4	
7	文章を書くことは好きですか	1	-	2	-	3	-	4	
8	文章を読むことは好きですか	1	-	2	-	3	-	4	
9	相手の話を聞き、自分の話をするには得意ですか	1	-	2	-	3	-	4	
10	相手に伝わるように考えて文章を書くことは得意ですか	1	-	2	-	3	-	4	
11	文章を読むことは得意ですか	1	-	2	-	3	-	4	
12	文章を読み、自分の知識や体験と関連付けて 自分の考えをもつことは得意ですか	1	-	2	-	3	-	4	
13	言葉の特徴や決まり、漢字などについて理解し、使うことは得意ですか	1	-	2	-	3	-	4	
14	数学の文章題を解くことは好きですか	1	-	2	-	3	-	4	
15	数学の文章題を解くことは得意ですか	1	-	2	-	3	-	4	
16	数学の文章題を解くことと、国語の文章題を解くことには 共通することがあると思いますか	1	-	2	-	3	-	4	
17	数学の文章題を解くことと、相手に伝わる文章を書くことには 共通することがあると思いますか	1	-	2	-	3	-	4	
18	数学の文章題を解くことと、言葉の特徴や決まりを理解することには 共通するところがあると思いますか	1	-	2	-	3	-	4	

① 【問題 1】～【問題 4】を解いてみて、もし感想があればお答えください。

<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

② 数学や国語の授業や宿題、自主勉強で、あなたが普段感じていることを、自由に書いてください

<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>

アンケートは以上です。ご協力ありがとうございました。

おわりに

本研究を始めたきっかけは、筆者自身が数学でも国語でも、教科書を読んで理解することは同じであるのに、成績差は生まれるのだろうかという疑問に思っていたからである。特に、算数の文章題は、算数・数学の世界で文章を読む力を問われていると初めて感じる問題ではないだろうか。問題のイメージが湧かない、質問の意味が分からない、そういった理由からうまく立式できなければ、どんなに計算力があっても不正解となる。私はこの算数・数学特有の間違いをいつももどかしさを感じていた。実習先の学校でも、「この質問ってどういう意味?」という質問があり、説明すると、残りは生徒自身で解けるというような場面があり、きっと同じようなもどかしさを感じているのではないかと考えることがあった。

算数の文章題につまずいた子どもを前に、私達大人は「文章をよく読みなさい」と指導しがちであるが、本研究を通じて、文章をよく読んで理解することを説明することは非常に難しいことであると実感し、軽率に指導できるものではないとさらに実感した。また理解には、幼いころから培った国語の様々な能力で読む段階、文章内容の固有な知識とともに理解を再構築する段階というような段階があり、生徒がどこでつまずいているのかによって、時には教科の垣根を越えて指導する必要があることに気づくことができた。

本研究を通じて、数学と国語という 2 つの教科の関係性や、さらに現職の教員の方へのインタビュー調査も踏まえれば、学力という生徒側の問題だけでなく、AI が台頭する時代となり文理融合の人材が求められていく中で、文系出身者が多い私たち世代が、文理が融合した課題解決に対してうまく指導できるのかという指導側の問題も透けて見えてきた。私は、いつか、新しい時代に対応した教育が子どもたちに提供できるよう、教員の研修や労働環境改善、学校設備の維持といったサポートで教育に貢献できるようになりたい。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、多くの皆様にご指導及びご協力を賜りましたこと、心より感謝申し上げます。

特に高知工科大学大学院高度教育実践コース中村直人教授には、大学 3 年の研究室配属前から、日常の些細なことや進路相談などで大変お世話になり、修士論文研究においても多くのご指導をいただきました。また、同コース福石賢一教授、鈴木高志准教授、村上達也准教授にも多くのご指導をいただきました。心より感謝申し上げます。

また、修士論文における調査で大変お世話になりました、調査校の先生方ならびに生徒の皆さんにも深く感謝申し上げます。

さらに、教員採用試験対策だけでなく修士論文へのご指導もいただきました高知大学教育学部学校教育教員養成課程(数学教育コース)の服部裕一郎講師には、お忙しい中合間を縫って指導くださり、誠にありがとうございました。

そして研究生生活を共にした橋田敬さん、山内康德さん、山口慧さんにも感謝申し上げます。

最後に、修士論文を書き上げるまで支えてくださったすべての方に心より御礼申し上げます。