

見通しをもって必要な情報を選択し処理する能力を育成する学習指導の工夫 — 連立方程式の単元における情報選択の授業モデルの作成を通して —

海田町立海田西中学校 櫻井 真

研究の要約

本研究は、見通しをもって必要な情報を選択し処理する能力を育成することを目指した学習指導の工夫について考察したものである。これまでの全国学力・学習状況調査の結果より、生徒は多くの情報が盛り込まれた問題の中から、必要な情報だけを選択し処理することに課題があることが示されている。そこで、本研究において、過剰な情報の中から必要な情報を選択したり不足している情報を補ったりする活動、生徒自身に問題を作成させる活動を単元の中に設定した授業モデルを示し、その実践を行うことで、見通しをもって必要な情報を選択し処理する能力を育成することを目指した。その結果、生徒は連立方程式で解くことができる問題の構造について理解することができた。しかし、見通しをもって情報を選択し処理することができるまでには至らなかった。問題を作成させた後に、グループ討議などを通して、作成した問題について更に考察させる授業を設定し、様々な形で表現される等しい数量関係を見付け出す力を伸ばす必要があった。

キーワード：情報の選択 問題スキーマ 問題づくり

I 研究題目設定の理由

中学校学習指導要領（平成29年、以下「29年指導要領」とする。）で、数学科の目標として、「数量や図形などについての基礎的な概念や原理・法則などを理解するとともに、事象を数学化したり、数学的に解釈したり、数学的に表現・処理したりする技能を身に付けるようにする。」¹⁾とある。

平成28年度全国学力・学習状況調査B¹（2）、³（1）、平成27年度全国学力・学習状況調査B¹（1）、⁵（1）の正答率は、それぞれ34.6%、68.1%、30.6%、40.2%であり、与えられた情報から必要な情報を選択し処理する能力に課題があることが示されている。これらのことから、問題の中の情報を読み取り、読み取った情報を整理・分析すること、また、その分析から、どのように解決に向けて進んでいけばいいのかを見通しをもって思考することについての指導が必要となる。

本研究では、過剰な情報の中から必要な情報を選択したり不足している情報を補ったりする活動と、生徒自身に問題を作成させる活動を取り入れた授業モデルを作成する。この二つの活動により、生徒に課題解決のために必要な情報についての考察を深めさせることができると考えた。具体的には、連立方程式の単元において、過剰に与えられた情報の中か

ら必要な情報を選択したり、不足している情報を補ったりする必要のある課題を設定し、情報を表や図などを用いて整理・分析させることで課題解決していく活動を仕組む。さらに、生徒自身に問題を作成させることで、問題としてどのような情報を示せばよいのかを考える活動を仕組む。これらの活動を通して、生徒が見通しをもって必要な情報を選択し処理する能力を育成できると考え、本研究題目を設定した。

II 研究の基本的な考え方

1 見通しをもって必要な情報を選択し処理する能力とは

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）（平成28年、以下「中教審答申」とする。）において、我が国の子供の課題について、「情報化が進捗し身近に様々な情報が氾濫し、あらゆる分野の多様な情報に触れることがますます容易になる一方で、視覚的な情報と言葉との結びつきが希薄になり、知覚した情報の意味を吟味したり、文章の構造や内容を的確に捉えたりしながら読み解くことが少なくなっているのではないかと指摘もあ

る。」²⁾とある。

この課題を受け、全ての学習の基盤として育まれ活用される資質・能力として、「急速に情報化が進展する社会の中で、情報や情報手段を主体的に選択し活用していくために必要な情報活用能力、物事を多面的・多角的に吟味し見定めていく力（いわゆる「クリティカル・シンキング」）、統計的な分析に基づき判断する力、問題を見だし解決に向けて思考するために必要な知識やスキル（問題発見・解決能力）などを、各学校段階を通じて体系的に育ていくことの重要性は高まっていると考えられる。」³⁾と述べられている。

また、中教審答申補足資料において、情報活用能力は小・中・高等学校の各教科等を通じて育成させるものであり、情報活用の実践力、情報の科学的な理解、情報社会に参画する態度の3観点、を、相互に関連を図りながらバランスよく指導することが重要であると述べられている。この3観点のうち、情報活用の実践力とは、課題や目的に応じて情報手段を適切に活用することを含めて、必要な情報を主体的に収集・判断・表現・処理・創造し、受け手の状況などを踏まえて発信・伝達できる能力であると示されている。

さらに、「29年指導要領」では、数学的活動を通して、数学を活用して事象を論理的に考察する力を養うこととしており、中学校学習指導要領解説数学編（平成29年）において、数学が活用できるように事象を数学化するには、ねらいに即して事象から条件や仮定を設定し、数学の問題として表現することが必要であり、問題の解決に当たっては、解決の見通しをもつとともに、その解決の正しいことを確かな根拠から論理的に考察する力が必要であることが示されている。

以上のことから、見通しをもって必要な情報を選択し処理する能力を育成するために

2 見通しをもって必要な情報を選択し処理する能力を育成するために

(1) 心理学の視点から見た数学的文章題解決の過程

Mayer（1992）は、文章題の解決過程を大きく二つ、問題文を読んで理解する問題理解の過程と計算を実行して解を導く問題解決の過程に分け、更にこ

の二つの過程を①変換、②統合、③計画、④実行の四つの段階に区別すると整理した。

図1は、岡本真彦（2008）がこの文章題の解決過程の四段階を図に示したものである。

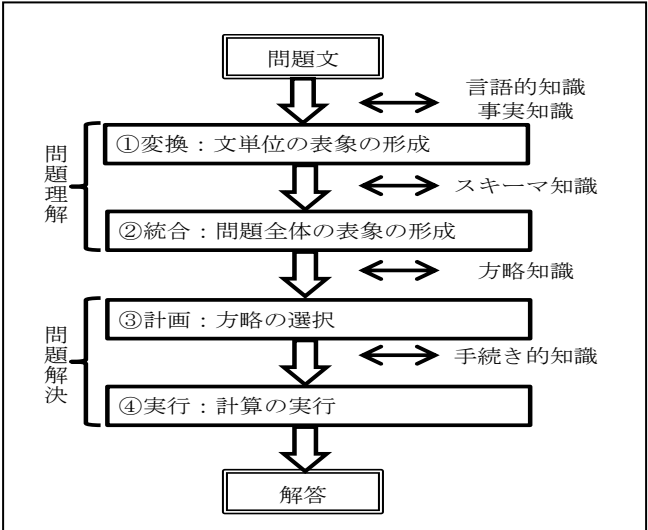


図1 岡本による文章題解決の四段階

また、この四段階を連立方程式の単元で具体的に示したものが図2である。

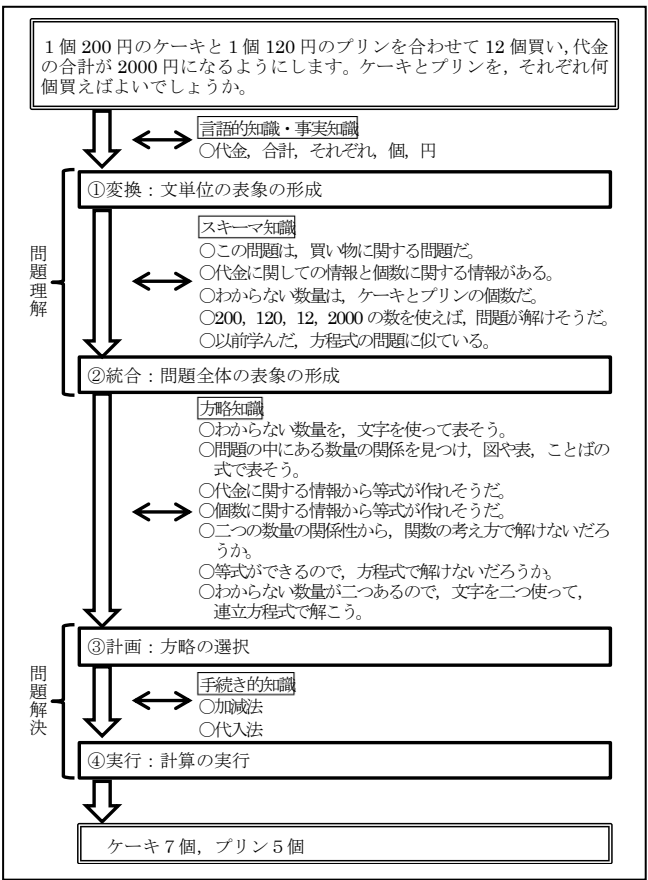


図2 連立方程式の単元における文章題解決の四段階

岡本（2008）から、①から④のそれぞれの段階で必要な知識や認知的能力について、次のようにまとめることができる。

①変換段階は、言語的知識を利用して、一つの文の意味を理解して、単文レベルの問題表象を形成する段階である。表象とは、発達心理学辞典（1995）によると、「対象、事象、行為などの現前しないものを思い浮かべることをさす。」⁴⁾とある。また、数学の文章題においては、単位など数量関係を表す用語も含まれるため、これらの事実知識も必要である。図2の問題文でいえば、与えられた問題文中の言葉や文が全て理解できた段階である。

②統合段階は、変換段階で個々の文について形成される表象を統合し、問題全体の表象が形成される段階である。岡本（2012）によると、この段階で、問題スキーマと呼ばれる問題文のタイプに関するスキーマ知識が問題文の統合的理解に影響することが述べられている。この問題スキーマについては、後述することとする。図2の問題文でいえば、問題の意味を理解し、文中の200、120、12、2000の数値に関する数量関係の利用が問題解決に必要であることが認識できた段階である。

③計画段階は、統合段階での理解に基づいて、解を求めるための方略を決定する段階である。統合の段階で、問題全体の表象を正確に形成することができれば、解決への方略はかなり限定されるといえる。図2の問題文でいえば、 $200x+120y=2000$ 、 $x+y=12$ の連立方程式が立式できた段階である。

④実行段階は、計算手続きを実行して解を導く段階である。この段階では、各種の演算を正確に実行するために手続き的知識が必要となる。図2の問題文でいえば、立式した連立方程式を解き、 $x=7$ 、 $y=5$ の解が求められた段階である。

(2) 見通しをもって必要な情報を選択し処理するための手立て

ア 問題スキーマ獲得のための活動の充実

瀬尾美紀子（2014）によると、統合段階において、問題スキーマを身に付けることが重要になるとしている。問題スキーマとは、問題状況を理解する枠組みであり、問題文の表面的な特徴が異なっても共通して適用することができるようなレベルで抽象化された知識といえる。この問題スキーマが適切に適用されないと、変換段階で形成された表象が問題全体の表象とならない。

また、鈴木宏昭ら（1989）によれば、問題スキーマは問題文中から問題を解くのに必要な情報を抜き

出すという機能ももっており、この機能を用いて、問題文から必要な情報を抜き出し、それらを関連付けて問題状況の意味を解釈していく、と述べている。

瀬尾（2014）は、問題スキーマを獲得するには、「練習問題を解く」という活動の他に、「問題の構造を意識化させる教授・学習活動」が有効であると述べている。具体的には、問題の構造を整理するために図を作成させる活動、問題を作成させる活動などを挙げている。

本研究では、問題文の情報の関連性を表した図を作成する活動、問題を作成する活動を単元の中に取り入れて、問題スキーマの獲得を目指す。

植坂友理（2007）は、「図表を使う」ことに関する研究の中で、日本の子供たちが問題を解くときに図表を利用する割合が低く、その原因として図表を作成することに難しさを感じていること、「図表は教師の説明のための道具である」という認識があることを挙げている。このことから、教師は図表を使うことに対する有用性を明らかにして、問題解決に積極的に活用していくように指導する必要がある。

イ 必要な情報についての考察を深めさせるための課題の設定

必要な情報についての考察を深めさせるために、連立方程式の単元の中で課題を五つ設定する。

課題①は、情報過剰問題を扱う。この問題には、課題解決に直接結び付かない情報を含ませておく。石田淳一（1983）の研究により、過剰情報問題の解決を求めると、必要のない情報を式の中に取り込むことで課題解決に失敗する生徒が現れることが示されている。また、石田（1985）の研究により、情報過剰や情報不足の問題を特別に指導することにより情報を選択する力の向上に効果があることが示されている。このことから、問題文の情報の関連性を表した図を用いて整理する活動を通して、必要な情報を選択できるようにする。ただし、この課題は単元の導入で用いるので、この単元で学ぶ連立方程式は使えず、小学校、中学校で学んだ既存の知識（一次方程式など）で解決に向かうこととなる。

課題②は、連立方程式を加減法や代入法で解く方法を学んだ後に、課題①と同じ問題を扱う。単元の導入で解決した問題を、この単元で学んだ連立方程式に関する知識や技能を活用して解決する活動を通して、連立方程式の有用性を実感させることができると考える。

課題①、課題②で用いた情報過剰問題を、図3に示す。

KN中の第2学年（1組・2組の2学級）で、クラスマッチ（ドッチボール大会）を開催することになり、実行委員会が大会の計画を立てています。

【大会の計画】

- 最初に開会式、最後に閉会式をそれぞれ5分ずつで行う。
- 1組は16人ずつの2チーム、2組は16人と17人の2チームを作り、計4つのチームで対抗戦（A対B、A対C、A対D、B対C、B対D、C対Dの全部で6試合）を行う。1人3試合ずつ試合をすることになる。
- 1試合の時間はすべて同じ長さとする。
- 試合と試合の間に移動・休憩の時間をとり、移動・休憩の時間は同じ長さとする。
- 開会式開始から閉会式終了まで、110分（5.5時間目とその間の休憩）で行う。

← 5分 →	110分										← 5分 →	
開会式	A対B	移動・休憩	C対D	移動・休憩	A対C	移動・休憩	B対D	移動・休憩	A対D	移動・休憩	B対C	閉会式

大会を盛り上げるために、実行委員会から試合を増やすことが提案されました。

【実行委員の意見】

- 全員で楽しめるものにしたので、A、B、C、Dの対抗戦の各組に1組対2組の特別試合を2試合入れる。その試合時間は、A、B、C、Dの対抗戦よりも3分長くする。
- 試合と試合の間の移動・休憩の時間は、すべて2分ずつとする。

③ 対抗戦と特別試合は、それぞれ何分ずつにすればよいでしょうか。

図3 情報過剰問題

課題③は、課題①の情報を変えた問題を扱う。この課題では、必要な情報を不足させる。課題①、課題②と同様に情報を図で補う活動を通して、情報が不足していることに気付かせ、どのような情報を補えば問題として成立するのかについて考えさせる。

課題③で用いた情報不足問題を、図4に示す。

KN中の第2学年（1組・2組の2学級）で、クラスマッチ（ドッチボール大会）を開催することになり、実行委員会が大会の計画を立てています。

【大会の計画】

- 最初に開会式、最後に閉会式をそれぞれ5分ずつで行う。
- 1組、2組それぞれ2チームずつ作り、計4つのチームで対抗戦全部で6試合を行う。また、対抗戦の後に1組対2組の特別試合を2試合入れる。
- 対抗戦6試合の時間はすべて同じ長さ、特別試合2試合の時間は同じ長さとする。対抗戦と特別試合の長さは違ってもよい。
- 試合と試合の間に移動・休憩の時間をとり、移動・休憩の時間はすべて2分とする。
- 開会式開始から閉会式終了まで、110分（5.5時間目とその間の休憩）で行う。

← 5分 →	110分										← 5分 →	
開会式	A対B	移動・休憩	C対D	移動・休憩	A対C	移動・休憩	B対D	移動・休憩	A対D	移動・休憩	B対C	閉会式

先生から、次のような要望が出ました。

【先生の要望】

- 申し訳ないが、クラスマッチの時間が1時間しか取れなくなった。よって、クラスマッチを5時間目と掃除の時間、合わせて70分で終わらせてほしい。

対抗戦と特別試合は、それぞれ何分ずつにすればよいでしょうか。
連立方程式を使って解きましょう。

図4 情報不足問題

課題④は、問題を作成させる活動を行う。課題①で扱った問題を原題とし、その構成要素を類似のものに置き換えたり、新たな発想で置き換えたりして、新しい問題を作らせる。

田中勲（平成12年）は、問題を作成させる活動を取り入れた授業に関する研究のまとめとして、次のことを挙げている。⁵⁾

- ア 生徒は問題をつくれたことで達成感を覚え、自分がつくった問題には解決意欲をもつ。またつくった問題やその解決方法を発表し、検討し合うことは、意欲的な学習へとつながる。
- イ 問題をつくる活動が自己達成されることで、

生徒は原題の意味と解決を振り返り、学習内容の理解に役立つ。

ウ 生徒は問題をつくったり分類したりすることで問題の構造を把握し、解くときにもその見方を生かし、見通しをもった考え方をする。

エ 生徒は問題をつくることで思考を活発にする。その際、創造性の因子で特に流暢性、独創性、柔軟性の伸長に効果がある。

このまとめの中のウについて、本研究の問題作成の効果として言い換えれば、連立方程式の問題には二つの未知数、二つの等しい数量関係が存在するという構造を把握した上で、それらを適切に設定することができるという問題スキーマを獲得することにより、連立方程式の文章題を解くときにも、そのスキーマを活用し、見通しをもって問題解決ができるようになる、ということができる。

課題⑤は、ここまで扱っていないタイプの問題を扱う。本研究では、課題①から課題④までクラスマッチの時間に関する問題を扱ってきたので、これと異なる買い物に関する問題や速さの問題、割合の問題など、様々なタイプの問題に取り組む活動を通して、これまでに獲得した問題スキーマを活用し、見通しをもって必要な情報を選択して処理する能力を更に伸ばす。

ウ 言語・説明活動の充実

文章題の解決過程の全ての場面において、メタ認知の働きが不可欠である。瀬尾（2014）は、「問題文を読んでいるときに『自分は問題文の意味がわかっているか？』と自分の理解状況をモニタリングしたり、理解が十分でない場合には『もう一度読み返してみよう』と自分の認知活動をコントロールする必要がある。こうしたメタ認知の働きを、問題解決の各段階において頻繁に繰り返し、推論や計算のプロセスが適切かどうか確認したり、その結果に基づいて活動に修正や変更が適切に加えられることで正解に到達することができる。」⁶⁾と述べている。ここで、村山航（2002）によれば、モニタリングとは「対象となる認知の状態に気づき・評価すること、コントロールとは「対象となる認知に対し目標を設定・計画・修正を行う」⁷⁾こととしている。また、岡本（2008）も、「メタ認知を働かせることによって、数学的問題解決能力を全体として向上させるような試みが行われており、成果を得ている。」⁸⁾と述べている。

これまでの研究から、小学校や中学校の生徒に対

するメタ認知訓練は有効であることも示され、授業において、児童生徒に対して意識的な指導と訓練が必要であることも示されている。

瀬尾（2014）は、学習者自身にメタ認知を实践させる具体的な方法として、言語・説明活動の充実を提案している。具体的には、例題などを用いて問題の解き方について自分自身に向けて説明（自己説明）したり、友達など他者に対して説明（他者説明）したりする活動を通して、自分の説明を言語化し、自分の理解状態をモニタリングする力を向上させることが期待できると述べている。さらに、市川伸一（1991）は「教訓帰納」と呼ばれる学習方略の一つを提言している。これは、問題を解いた後、不正解

となったものを中心に、間違いの原因や今後の改善の方法を教訓として言語化してまとめさせる方法で、言語化した教訓を自分自身の思考過程に関するメタ認知的知識として蓄積し、次の問題解決場面に活用することで、問題解決力の向上に結び付くことが期待できるとしている。

このことから、意見の交流や議論など対話的な学びが行われるよう、毎時間の授業の中にペアまたはグループでの学習を設定し、モニタリング及びコントロールが繰り返し行われるように仕組む。

単元における問題スキーマの獲得のための学習課題、獲得する問題スキーマ、また、授業における課題解決の流れを示した授業モデルを図5に示す。

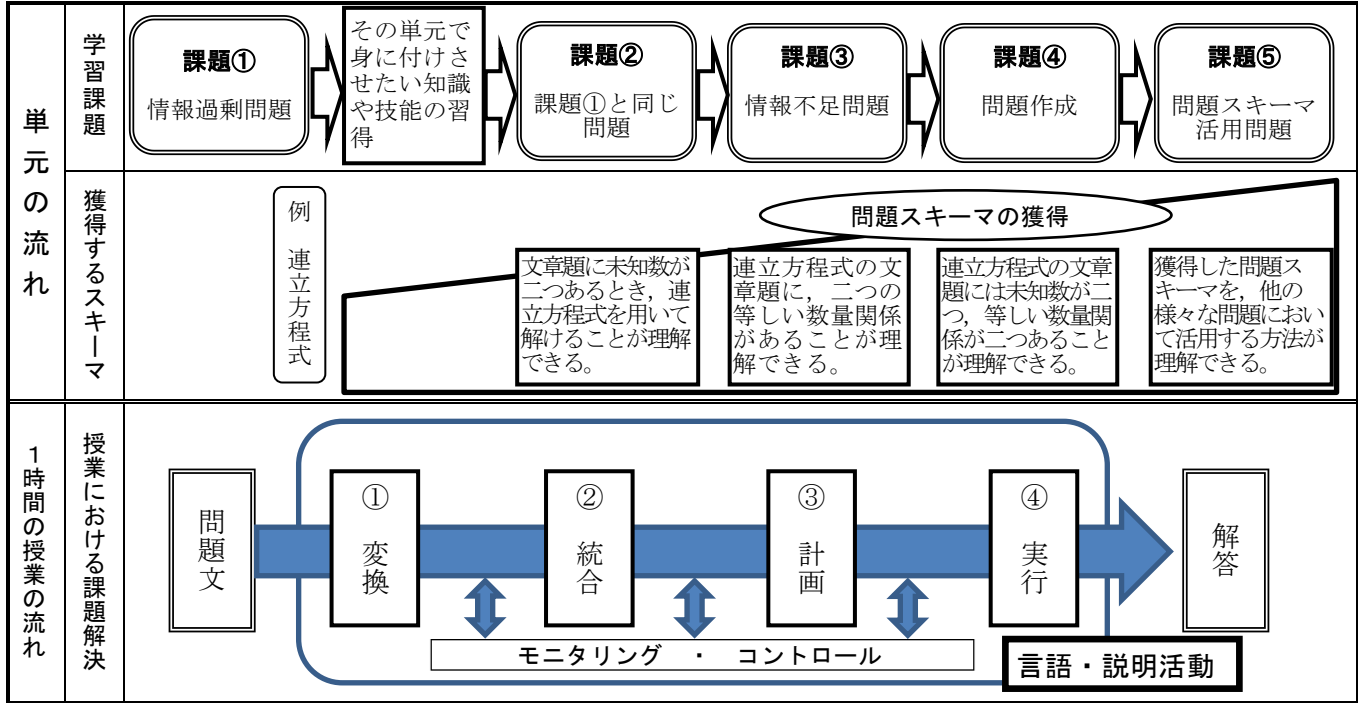


図5 単元における情報選択の授業モデル

Ⅲ 研究の仮説及び検証の視点と方法

1 研究の仮説

過剰な情報の中から必要な情報を選択したり不足している情報を補ったりする活動と問題を作成する活動を単元に位置付けるとともに、言語・説明活動を取り入れた授業を充実させることで、問題スキーマが獲得でき、見通しをもって必要な情報を選択し処理する能力が育成されるであろう。

2 検証の視点と方法

検証の視点と方法について、表1に示す。

表1 検証の視点と方法

検証の視点	方法
過剰な情報の中から必要な情報を選択したり不足している情報を補ったりする活動と問題を作成する活動を通して、問題スキーマを獲得することができたか。	プレテスト ポストテスト ワークシート
見通しをもって必要な情報を選択し処理することができたか。	

(1) プレテスト及びポストテストについて

情報過剰問題において、見通しをもって必要な情

報を選択し処理しているかを判断するために、プレテストとポストテストを行った。プレテスト、ポストテストともに、情報過剰問題である。ポストテストを図6に示す。

まことくんの家に親戚が集まってきました。来てくれた人に、1人1個ずつデザートを用意することになりました。まことくんはデザートを買に行くよう頼まれ、3000円持ってケーキ屋さんに行きました。

そのケーキ屋さんで売っていた商品は、以下の通りです。
ただし、値段は税込みなので、消費税は考えません。

ケーキの種類	1個の値段	ケーキの種類	1個の値段
イチゴのショートケーキ	200円	フルーツタルト	360円
チョコレートケーキ	230円	チーズケーキ	270円
ティラミス	320円	シュークリーム	150円

この6種類のケーキのうち、2種類を選んで買って帰ることにしました。
大人にフルーツタルト、子供にチョコレートケーキを買おうとしたところ、3310円かかってしまい、予算をオーバーしました。
そこで、大人にはティラミス、子供にはイチゴのショートケーキを買うように変えたところ、2920円で予算内におさまったので、この2種類のケーキを買いました。
家に帰って、お釣りの80円はおこづかいとしてもらいました。
大人と子供がそれぞれ何人いたかを考えます。

次の問に答えてください。

(1) この問題を読んだときに、意味のわからない言葉や、意味のわからない文がありましたか？
あった場合には、「ある」に○をつけ、その言葉や文を抜き出して
ください。なかった場合には、「ない」に○をしてください。

ある		ない
----	--	----

(2) この問題を解いていくときに自分の考えたことを、下の空白部分にすべて書いてください。

(3) (2)で考えたことを使って、この問題を解きましょう。

(4) この問題の答えを書きましょう。

図6 ポストテスト

プレテスト、ポストテストでは、どちらも買い物の場面を設定した。問題解決のために、過剰な情報から必要な情報を選択する必要がある問題である。プレテストは既習事項である一次方程式を用いて解くことができ、ポストテストは、連立方程式を用いて解くことができる問題である。

プレテスト、ポストテストの(1)から(4)は文章題解決の四段階に対応しており、生徒の思考がどの段階まで進んでいるかを読み取れるようにした。

プレテストは第1時の授業の前、ポストテストは第11時の授業の後に15分間で行った。

(2) ワークシートについて

研究授業ごとにワークシートを作成し、そのワークシートに課題を解決する上でポイントになったことについて自分の言葉でまとめさせた。

IV 研究授業について

○ 期 間 平成29年6月19日～平成29年7月20日

- 対 象 所属校第2学年 2学級Aコース35人
- 単元名 連立方程式
- 目 標

連立二元一次方程式の意味及びその解の意味を理解し、連立二元一次方程式が解ける。また、連立二元一次方程式を具体的な場面で活用することができる。

○ 単元の指導計画（全14時間）

時	学習内容	研究授業	学習課題
1	具体的な事象の考察を通して、二元一次方程式の存在に気付く。	第1時	課題①
2	二元一次方程式とその解の意味を理解する。		
3 └ 7	加減法を用いて、連立方程式を解く。 代入法を用いて、連立方程式を解く。 かっこや小数・分数係数を含んだ連立次方程式や、 $A=B=C$ の形の連立方程式を解く。		
8	具体的な事象についての問題を、連立方程式を用いて解決する。	第2時	課題②
9	情報不足の問題に必要な情報を補って、連立方程式を用いて解決する。	第3時	課題③
10	解決に必要な情報について考察しながら問題を作成し、連立方程式を用いて解決する。	第4時	課題④
11	作成した問題の情報を整理し、連立方程式を用いて解決する。	第5時	課題⑤
12 └ 14	具体的な事象についての問題を、連立二元一次方程式を利用して解決する。		

V 研究授業の分析と考察

1 過剰な情報の中から必要な情報を選択したり不足している情報を補ったりする活動と問題を作成する活動を通して、問題スキーマを獲得することができたか

問題となる文章題の中に二つの未知数が存在し、その未知数を求めるためには問題となる文章題の中から二つの等しい数量関係を見いださなければならない、という知識を「連立方程式の問題スキーマ」としたとき、この「連立方程式の問題スキーマ」が獲得できたかについて、第10時の授業で生徒が作成した問題及びワークシートの記述から考察する。

第10時の授業で生徒が作成した問題について、表2のようにまとめた。また、生徒が作成した問題の主な例を表3に挙げた。なお、二つの未知数及び二つの等しい数量関係について考察されているが、問題文中の数値や言葉に間違いがあるもの及び「アメとガムの個数をそれぞれ求めなさい。」などの発問に関する文章の記述がないものは、正答に分類した。

表2 生徒が作成した問題について

分類	作成した問題の状態	人数
正答	二つの未知数及び二つの等しい数量関係について正しく設定した問題を作成している。	24人
準正答	二つの未知数及び二つの等しい数量関係について設定しているが、解が不適となる問題を作成している。	3人
誤答	二つの未知数及び二つの等しい数量関係が正しく設定できていない問題を作成している。	6人
無解答	無解答	2人

表3 生徒が作成した問題の例

分類	作成した問題の例
正答	コンビニに買い物に行きました。120円のおにぎり200円のパンを合わせて12個買うと、1840円になりました。おにぎり200円をそれぞれ何個買いましたか。
準正答	家を9時に出て駅に向かいます。駅までの距離は3kmです。最初は、分速60mで歩きましたが、あまりにも遅いため、走りました。分速は80mです。到着時間は9時30分です。歩いた道のりと走った道のりを求めなさい。
誤答	ガムを5個買う予定です。2個のガムをx円、4個のガムをy円としたとき、40円になります。それぞれいくらですか。

解が不適となる問題を作成した生徒が3人いた。その3人の生徒は、解が不適になることに気付いていたが、授業時間内に修正しきれていなかった。時間を確保することができていれば、正しく問題を作成することができたと考えられる。このことから、二つの未知数及び二つの等しい数量関係について理解し、問題を作成することができた生徒が27人、できなかった生徒は8人いたことになる。

問題を作成することができなかった8人の生徒のうち、2人の生徒はワークシートの中で、連立方程式の問題には二つの未知数及び二つの等しい数量関係が必要であることについて正しく記述している。

これらのことから、問題となる文章題の中に二つの未知数が存在し、その未知数を求めるためには問題となる文章題の中から二つの等しい数量関係を見いださなければならない、という「連立方程式の問題スキーマ」を獲得できた生徒は29人(82.9%)であり、獲得できなかった生徒は6人(17.1%)であった。このことより、「連立方程式の問題スキーマ」は概ね獲得できたといえる。

2 見通しをもって必要な情報を選択し処理することができたか

プレテスト、ポストテストにおいて、問題解決の四段階のどの段階まで思考が進んだのかについて検証した。検証問題の解答の記述についての段階別達成水準を表4に、クロス集計したものを表5に示す。

表4 解答の記述についての段階別達成水準

段階	達成水準	判断基準
4	④実行の段階ができています。	情報を正しく選択し、(4)が正答
3	③計画の段階までできています。	情報を全て正しく選択して(3)に立式されているが、計算が間違っていて解答にたどり着いていない。
3'	③計画の段階の途中までできています。(ポストテストのみ)。	情報の一部を正しく選択して(3)に連立方程式の二つの式のうち一つが立式できている。
2	②統合の段階までできています。	(1)に記入がなく、(2)で必要な情報が挙げられている、または必要な情報に印が付いている。
1	①変換の段階までできています。	(1)に記入がなく、(2)で必要な情報が挙げられていない、または必要な情報に印がない。
0	①変換の段階ができていない。	(1)に記入があり、問題が解決できていない。

表5 クロス集計結果

ポスト プレ	4	3	3'	2	1	0	計(人)
4	6	3	9	1	2	0	21
3	0	1	0	0	0	0	1
2	0	0	3	0	0	0	3
1	0	0	7	0	2	0	9
0	0	0	1	0	0	0	1
計(人)	6	4	20	1	4	0	35

表5より、達成段階0、1、2の生徒はプレテスト13人(37.1%)からポストテスト5人(14.3%)に減少した。一方で、ポストテストで達成段階が下がってしまった生徒が15人いた。

ポストテストで達成段階4に至らなかった29人の誤答を、次のように分析した。

問題文中から必要な情報を選択し、連立方程式を立式できたものの、その式が解けなかったり、計算に間違いが見られたりした生徒(段階3)が4人(11.4%)、また、問題文中から一つの等しい数量関係だけしか読み取れず(段階3')、その数量関係からできた等式の整数解を求めた生徒が8人(22.9%)、もう一つの式を誤って立式した生徒が12人(34.3%)いた。必要な情報を選択しているものの、連立方程式が立式できなかった生徒(段階2)が1人(2.9%)いた。この25人の生徒は、問題解決の過程でつまづきがあったといえる。

情報の選択ができず、立式もできなかった4人の生徒(段階1)は問題理解の過程でつまづきがあり、見通しをもって情報を選択できなかったといえる。

ポストテストで達成段階4に至らなかった生徒のうち、27人(77.1%)の生徒が問題文中の未知数をxとyの二つの文字を使っておくことができおり、その二つの文字を使って、二つの等式を立てようとしていることがわかる。このことから、授業で

獲得した「連立方程式の問題スキーマ」を活用し、見通しをもって必要な情報を選択しようとしているが、問題状況が正確には把握されず、立式ができなかったといえる。

このように立式ができなかった理由は、次の二点が考えられる。

一点目は、生徒が問題文の表現の仕方に対して誤った認識をしたからである。達成段階3'の生徒は、問題文中にある一文「大人にはティラミス（以下ケーキA）、子供にはイチゴのショートケーキ（以下ケーキB）を買うように変えたところ、2920円で予算内におさまったので、この2種類のケーキを買いました。」より、 $320x+200y=2920$ の式は立式できているものの、一見同じ構造に見える一文「大人にフルーツタルト（以下ケーキC）、子供にチョコレートケーキ（以下ケーキD）を買おうとしたところ、3310円かかってしまい、予算をオーバーしました。」を、ケーキCとケーキDを買わなかったことで等しい数量関係を示す文として把握できず、この情報から等式を導くことができなかったと考えられる。

二点目は、授業で扱った問題、生徒が作成した問題では、買い物の場面の問題が多く、その中でも合計の金額と合計の個数を示す情報から立式する問題ばかりを扱っており、扱う問題に偏りがあったのではないかと考える。

これらの課題の改善策として次の二点を挙げる。

一点目は、授業において、様々な数量関係の問題を扱うことである。速さの問題を例に挙げれば、速さ、時間、道のりの情報のうち、速さと時間、時間と道のりなど立式するための情報を変えた問題を示すことが必要である。

二点目は、同じタイプの問題であっても、情報の表現の仕方を、生徒の実態に応じて段階的に変えていくことである。図6に示した問題でいえば、「ケーキAとケーキBを買うときは2920円、ケーキCとケーキDを買うときは3310円です。」という、生徒にとって等しい数量関係を発見しやすい情報を扱ったのち、「ケーキCとケーキDならば3310円で予算をオーバーする」という表現に変えていくことで、様々な表現の仕方の中でも等しい数量関係を見付けられるようにしていく必要がある。

VI 研究のまとめ

1 研究の成果と課題

連立方程式の単元の中に、過剰な情報の中から必要な情報を選択したり不足している情報を補ったりする活動、問題を作成する活動など、情報を選択する活動を計画的に設定して取り組んだことにより、連立方程式で解くことができる問題の構造を生徒が理解できたこと、問題文で与えられた数値全てを使って立式しようとするのではなく、与えられた情報を丁寧に読み取り、必要な情報を選択しようとする態度を生徒が身に付けられたことが成果である。

しかし、見通しをもって必要な情報を選択し処理できるようにさせるには不十分であった。連立方程式の単元において、見通しをもって必要な情報を選択するためには、問題状況を正確に把握し、問題文中において様々な形で表現される二つの等しい数量関係を見付け出す力が必要である。本研究においては、二つの等しい数量関係を見付けることを意識させることはできたが、実際に二つの等しい数量関係を見付け出す力を育成することができなかったことが課題であるといえる。

2 本研究の改善策

二つの等しい数量関係を見付け出す力を育成するために、問題を作成させる活動を更に充実させる。具体的には、問題を作成した後、グループ討議などを通して、解くことができない問題を解けるように修正し、できた問題に対してより数量関係が捉えやすい表現を考察する活動を行う授業を設定する。これにより、必要な情報についての考察が深まると同時に、様々な形で表現される数量関係に触れていくこともできるため、二つの等しい数量関係を見付け出す力を育成することができ、見通しをもって必要な情報を選択し処理することができるようになると思う。

【引用文献】

- 1) 文部科学省（平成29年）：『中学校学習指導要領』p. 50
- 2) 文部科学省（平成28年）：『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）』p. 6
- 3) 文部科学省（平成28年）：前掲書p. 35
- 4) 岡本夏木・清水恩代明・村井潤一監修（1995）：『発達心理学辞典』ミネルヴァ書房p. 586
- 5) 田中勲（平成12年）：「問題解決力を高める数学科授業の工夫 ―『問題づくり』を取り入れた学習活動を通して―」<http://www.hiroshima-c.ed.jp/web/publish/j/pdf2/kj49/4.pdf>
- 6) 市川伸一（2014）：『学力と学習支援の心理学』NHK出版p. 122
- 7) 村山航（2002）「メタ認知研究のまとめ」<http://koumura.yama.com/koujapanese/metacognition.doc>
- 8) 三宮真智子（2008）：『メタ認知 学習力を支える高次認知機能』北大路書房p. 126