

キャリア教育を視野に入れた中学校数学科の授業の研究 —連立方程式と一次関数の授業実践を通して—

教育実践力高度化コース 19AD005

小沢 征司

【指導教員】 二宮 裕之 石田 耕一 西澤 由輔

【キーワード】 キャリア教育 数学教育 連立方程式 一次関数 線形計画法

1. 研究の背景

2015年に実施された国際数学・理科教育動向調査(TIMSS2015)では、将来自分が望む仕事に就くために数学で良い成績を取る必要があると肯定的な回答をした日本の中学生は65.4%であった。一方で数学を使うことが含まれる職業に就きたいと肯定的な回答をした日本の中学生は21.4%であり、前者の質問の肯定的な回答率と比較すると差があることがわかる。この調査から日本の中学生は、将来の職業選択のために数学が必要であると認識しているものの、仕事に従事する際に数学を用いるイメージをもてていないのではないかと考える。また、経済産業省の社会人を対象にした調査では、文系の進路選択をした社会人の40%以上が、数学や理科が得意であれば理系に進学する可能性があったと回答した。このことから数学の学習が進路選択にも影響を与えているのではないかと考える。

以上の背景から、数学が様々な職業で用いられるイメージを中学生にもたせるような数学の授業を、キャリア教育を視野に入れて開発できないかと考え、本研究に至った。

2. 研究の目的・方法

本研究ではキャリア教育を視野に入れ、数学が様々な職業で用いられている場面を授業で取り扱い、中学生が数学の有用性を感得するような授業を理論的に模索するとともに、授業を開発・実践することを目的とした。研究方法は①授業開発(3章、4章)、②授業実践(5章)、③授業分析(6章)となっている。①では本研究における「キャリア教育」を定義し、開発した授業で育成を目指す能力と教材についてについて理論的に考察する。②では①を基にしつつ、数学の有用性を中学生が感得する授業を開発し、実践する。③では授業を参観された先生方の意見や生徒の自己評価カード、アンケートを基に、開発した授業について分析する。

3. 本研究におけるキャリア教育の定義

(1) 数学教育におけるキャリア教育

本章では本研究において論じるキャリア教育を先行研究を基に検討する。中央教育審議会(2011)はキャリア教育を「一人一人の社会的・職業的自立に向け、必要な基盤となる能力や態度を育てることを通して、自分らしい生き方を実現することを促す教育」としている。また、学習指導要領ではキャリア教育について「生徒が、学ぶことと自己の

将来とのつながりを見通しながら、社会的・職業的自立に向けて必要な基盤となる資質・能力を身に付けていくことができるよう、特別活動を要としつつ各教科等の特質に応じて、キャリア教育の充実を図ること」と記述している(文部科学省,2018b)。このことから数学の授業の特質を活かし、社会的・職業的自立に必要な能力の育成していくことが数学教育におけるキャリア教育と考える。

(2) 数学の授業の特質

杉山(2018)は、学校教育において①数の計算、②量や図形の概念形成、③空間観念、④関数観念、⑤統計を利用する力、⑥問題解決能力、⑦論理的思考力などの育成に期待がかけられていると指摘する。一方で、長崎ら(2006)は、数学者、数学教師、保護者、研究者(文科系、理学・農学、工学、医学、複合領域のいずれかに該当する)を対象にした調査により、数学は「論理的思考力を高める科目である」というアンケート項目には約91%が肯定していることを明らかにしている。また、「算数・数学の式は表やグラフや図などからその意味を伝えること」等の数学を活用することができる能力・技能の育成の項目には80%以上が肯定していた。この調査結果により、社会から見た数学の授業で育成される資質・能力は、論理的思考力と数学を活用する力であることがわかる。社会から見た算数・数学で育成する能力と杉山(2018)の算数・数学の学習で育成する7つの資質・能力には大きな違いはない。よってこれらの資質・能力を育成することが数学の授業の特質であることが考えられる。

(3) キャリア教育で育成する資質・能力

中央教育審議会(2011)より、キャリア教育で育成をする資質・能力を以下の表1,2のように定義している。

表1 社会的・職業的自立に向けて、必要となる資質・能力

(1) 基礎的・基本的な知識・技能

「読み・書き・計算」などの社会に出て生活し、仕事をしていく上でも基礎になる資質・能力の育成のみならず、税金や社会保険などの直接的に必要な知識。

(2) 基礎的・汎用的能力

分野や職種に関わらず、働く人間として必要となる資質・能力。人間関係形成・社会形成能力、自己理解・自己管理能力、課題対応能力、キャリアプランニング能力に分けられる。表2で詳しく記載する。

(3) 論理的思考力、創造力

物事を論理的に考え、新たな発想等を考え出す力。

(4)意欲・態度及び価値観

勤労観・職業観を含み、学習や学校生活に意欲的に取り組む態度や学習内容に興味関心を持つこと。

(5)専門的な知識・技能

それぞれの職種の専門性の育成。

表2 基礎的・汎用的能力

(1)人間関係形成・社会形成能力

他者と協力・協働して社会に参画し、今後の社会を積極的に形成することができる力

(2)自己理解・自己管理能力

今後の自分自身の可能性を含めた肯定的な理解に基づき主体的に行動し、進んで学ぼうとする力

(3)課題対応能力

様々な課題を発見・分析し、適切な計画を立ててその課題を処理し、解決することができる力

(4)キャリアプランニング能力

「働くこと」について自分なりに位置付け^①、多様な生き方に関する様々な情報を適切に取捨選択・活用し、自ら主体的に判断してキャリアを形成していく力

キャリア教育を視野に入れた授業を行うために、数学の授業で表1,2の資質・能力をどのように育成するかを明らかにする必要がある。なお、本研究では、表1,2に記載した資質・能力を「キャリア的能力」と定義する。

(4) 本研究におけるキャリア教育

表1,2のキャリア的能力を数学の授業で育成することが数学の授業におけるキャリア教育であると考え。しかし、それらの能力の育成を重視するのみでは、中学生は数学が様々な職業で活用されている具体的なイメージをもてないのではないかと考える。Saunders(1990)は、アメリカに存在している100種類の職業に従事している方々にインタビューを行い、実際に職業で活用されている数学を教材化する過程を通じて、数学をより深く学んだ人は、数学をより多く活用し、より効率的に仕事をこなす傾向にあると指摘している。また、同書の訳本で森氏はSaunders氏の開発した教材は生徒が数学をこれまでとは異なる視点で数学を捉えたり、職業に必要な数学の内容を知り、数学を進路や人生に取り入れることを促したりする教材であると指摘する。これらの先行研究や1章の研究の背景より、生徒が職業で活用されていることを感得できる教材を活用し、キャリア的能力の育成を目指すことが本研究におけるキャリア教育に適していると考え。よって本研究におけるキャリア教育を以下のように定義する。

キャリア的能力を育成しつつ、自分の目指す仕事に数学がどのように活用できるかを考える態度を育成する

図1 本研究におけるキャリア教育

4. 授業研究

本章では、本研究における育成を目指す資質・能力について検討し、先行研究の数学的モデル化過程や教科書研究を基に授業で活用する教材について検討する。

(1) 育成を目指す資質・能力の関連性

青木(2017)では、学習指導要領で定義されている数学的活動を分類し、基礎的・汎用的能力との関連性を検討しつつ、基礎的・汎用的能力の育成には数学の授業も関連しており、社会的・職業的自立に向けた資質・能力のみならず、より広範な資質・能力の育成ができると指摘している。そこで本研究では青木(2017)を参考にして、キャリア的能力と数学の授業で育成される能力の関連性を検討する。キャリア的は表1,2に記載されている。一方で、数学の授業で育成する資質・能力は学習指導要領の目標に表3のように明記されている。なお、本研究では表3の資質・能力を数学的能力と設定する。

表3 数学的能力(文部科学省,2018a,p.20)

数学的な見方・考え方を働かせ、数学的活動を通して、数学的に考える資質・能力を次の通り育成することを目指す。
(1)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。(知識・技能)
(2)数学を活用して事象を論理的に考察する力、数量や図形などの性質を見いだし統合的・発展的に考察する力、数学的な表現を用いて事象を簡潔・明瞭・的確に表現する力^①を養う。(思考力・判断力・表現力等)
(3)数学的活動^②の楽しさや数学のよさを実感して粘り強く考え、数学を生活や学習に生かそうとする態度^③、問題解決の過程を振り返って評価・改善しようとする態度を養う^④。(学びに向かう力・人間性等)

本研究における育成を目指す資質・能力を検討するために、キャリア的能力と数学的能力の関連性を明らかにする。

表1(1)基礎的・基本的な知識・技能は表3(1)知識・技能と関連があることがわかる。税金等についてはそれらを取り扱う職業を取り入れることで育成できると考える。表1(3)論理的思考力・創造力は表3(2)思考力・判断力・表現力等と関連があることがわかる。表1(4)意欲・態度及び価値観は勤労観・職業観等の育成であることから表3(3)学びに向かう力・人間性等の下線部^③と関連性がある。表1(5)専門的な知識・技能は職業教育で専門的に育成される資質・能力であることから数学の授業で育成するのは難しいと考える。表1(2)基礎的・汎用的能力は表2の4つの資質・能力と数学的能力の関連性を検討する。表2(1)人間関係形成・社会形成能力は、他者に分かりやすく説明をしたり、協同して解決する能力であることから表3(2)思考力・判断力・表現力等の下線部^①と関連があることがわかる。また数学的活動では筋道を立てて論理的に説明する活動が行われることから表3(3)学びに向かう力・人間性等の下線部^②とも関連があることがわかる。表2(2)自己理解・自己管理能力は、自分自身の能力や可能性を理解し、学びに活かす点で表3(3)学びに向かう力・人間性等の下線部^④と関連があることがわかる。表2(3)課題対応能力は課題解決のための知識や資質・能力であることから表3(1)知識・技能、表3(2)

思考力・判断力・表現力等と関連があることがわかる。表2(4)キャリアプランニング能力は学ぶ意義を見出す点や学びを日常生活や社会、将来とつなげる点で表3(3)学びに向かう力・人間性等の下線部③と関連があることがわかる。ここまで検討したキャリア的能力と数学的能力の関連性は以下の表4にまとめることができる。

表4 キャリア的能力と数学的能力の関連性

| キャリア的能力 | 数学的能力 |
|---------------|------------------------------|
| 基礎的・基本的な知識・技能 | 知識・技能 |
| 論理的思考力・創造力 | 思考力・判断力・表現力等 |
| 意欲・態度及び価値観 | 学びに向かう力・人間性等 |
| 専門的な知識・技能 | 該当なし |
| 人間関係形成・社会形成能力 | 思考力・判断力・表現力等 学びに向かう力・人間性等 |
| 自己理解・自己管理能力 | 学びに向かう力・人間性等 |
| 課題対応能力 | 知識・技能 思考力・判断力・表現力 |
| キャリアプランニング能力 | 学びに向かう力・人間性等 |

(2) キャリア的能力の特徴

キャリア的能力はそれぞれが独立したものではなく、相互的に育成することが望ましいと中央教育審議会(2011)は指摘している。例えば一つの課題についてグループ活動を通じて解決策を導く活動では人間関係形成・社会形成能力、課題対応能力の育成に繋がることがわかる。また、意欲・態度及び価値観の勤労観・職業観はキャリアプランニング能力と関連があることから相互的に育成することが望ましいと考える。そこで、キャリア的能力を数学の授業で育成する方法を先行研究より検討し、本研究におけるキャリア的能力を明らかにする。

表1(1)基礎的・基本的な知識・技能の計算は従来通りの数学の授業で育成することができる。また杉山(2018)では、論理的思考力の育成は従来の数学の授業で育成することができることを指摘している。

表4より数学の授業で人間関係形成・社会形成能力を育成することは思考力・判断力・表現力等、学びに向かう力・人間性等の育成と関連があることがわかる。金本(2014)は、表現は単にコミュニケーションの媒体であるというのではなく、数学的な意味を構成するものであると指摘する。また金本(2014)は、数学の授業を通してコミュニケーション能力の育成について「算数数学の授業における数学的コミュニケーション能力とは、数理的な事象に関わるコミュニケーションを進めていく能力であり、また、数学的コミュニケーションを進めていく能力である」と記述している。さらに金本(2014)は数学的コミュニケーション能力は、コミュニケーション能力などを含むキーコンピテンシーなどのカテゴリーの中の要素としての様々な能力等の一つとして位置づけられることを指摘している。よって数学的コミュニケーション能力の育成が人間関係形成・社会形成能力の育成に繋がることがわかる。さらに数学的コミュニケーション能力の構成要素より、人間関係形成・社会形成能力を育

成していくためには表現力の育成が重要であることがわかる。よって本研究では人間関係形成・社会形成能力を「自分が思考した根拠を明確にし、他者にわかりやすく表現し、説明する力」とする。

表4より数学の授業を通して自己理解・自己管理能力を育成することは学びに向かう力・人間性等と関連があることがわかる。二宮(2016)は協働的な学びにおける「自己認知」について、「他者を通して学ぶこと」の重要性とそのためにも算数的活動を「振り返り、まとめること」が必要であり、そこは客観化された自己の視点からの客観的な洞察が必要であること、そのために学習活動と自己評価との一体化して捉える視点が必要であることを論じている。自己理解・自己管理能力の自己理解も授業等を通じて自分のできることを理解し、次の学習に活かすことから、自己理解・自己管理能力と自己認知は類似していることがわかる。さらに二宮(2016)は学習を振り返って思いついたものを羅列するような記述を「振り返り」とし、それらを集約する活動を「まとめ」とし、これらを実践することで、学習者の思考が深まることを事例分析を通して明らかにしている。また青木(2017)も数学的活動において、過程を振り返り、そこで見出した数学的性質を論理的に系統化し、数学的な意義や発展性を見出す活動を通じて自己理解・自己管理能力の育成に繋がることが指摘している。このことから活動や思考の過程を振り返り、まとめる活動を通じることで自己理解・自己管理能力の育成ができることがわかる。またこれらの先行研究より本研究における自己理解・自己管理能力を「自身の解答や思考のプロセスを振り返り、次の活動に生かす力」とする。

表4より数学の授業を通して課題対応能力を育成することは知識・技能、思考力・判断力・表現力等と関連があることがわかる。中央教育審議会(2011)は課題対応能力の一つとして情報手段を主体的に活用できる力が含まれていることを指摘している。この点は数学の授業でもICTを積極的に活用することが望ましいとされる。町田(1986)では算数・数学の授業においてコンピュータを利用方法として次の6つを挙げている。①思考過程のチェック、②概念の直感的、総括的把握、③思考実験の用具、シュミレータとして、④ドリル提出、採点、集計の簡略化、⑤データベース的活用、⑥形式的評価への利用。課題対応能力における情報手段はこれらの①、②、③が該当すると考えられる。課題対応能力は論理的思考力と関連していることから従来の数学の授業で育成はできるが、本研究では町田(1986)の上げた算数・数学の授業におけるコンピュータ利用も視野に入れることでより質の高い課題対応能力の育成に繋がると考える。よって本研究では課題対応能力の育成には数学の授業全般及びICTを利用した授業で育成することとする。また、本研究における課題対応能力は「問題解決に必要な情報を抽出したり、整理したりして活用することでできる力」とする。

表4より数学の授業を通してキャリアプランニング能力を育成することは学びに向かう力・人間性等と関連がある

ことがわかる。まずキャリアプランニング能力と意欲・態度及び価値観の関連性について検討する。中央教育審議会(2011)は、キャリアプランニング能力は最終的に自分のキャリアを主体的に決める力であり、意欲・態度及び価値観は「勤労観」、「職業観」を自分なりに考え、見つける力であると指摘している。勤労観とは「なぜその仕事をするのか」という特定の仕事をするに關する価値観である。職業観は「自分の人生の中で仕事や職業をどのように位置づけるか」という仕事の内容ではなく、仕事をする行動に關する価値観である。両者に共通しているのは「なぜその仕事をするのか」、「なぜ仕事をするのか」というように「なぜ〇〇であるのか」と言い換えることができる。ここから勤労観・価値観の育成は自分の行動や行動の内容に対して自分なりの解釈を持っていたり、考えようとしたりする態度の育成であることがわかる。これらの価値観は表 2(4)下線部①と關連がある。ゆえにキャリアプランニング能力の育成が意欲・態度及び価値観の育成になることがわかる。また数学の授業におけるキャリアプランニング能力の育成は「なぜ数学を学習するのか」の問いに自分なりに答え持っていたり、考えようとする態度の育成になる。1章でTIMSS2015の調査結果から、日本の中学生は数学は将来なりたい職業に就くためには必要であるが、仕事に従事する際に数学を用いるイメージをもていない現状があることを指摘した。具体的なイメージをもつことで、数学を学習する目的を明確にしたり、数学を学ぶ意義を新たに発見したりすることに繋がるのではないかと考える。以上のことから本研究で育成する資質・能力は、「多くの仕事の中で数学が使われていることを理解することを通して、自分が目指す職業でどのように数学が使われているのかを探究しようとする態度」とする。また、これらを育成していくためには本研究で開発した具体的な職業場面を取り入れた教材を活用した数学の授業が該当すると考える。

以上より、本研究におけるキャリア的能力並びにそれらを育成する授業方法は以下のようにまとめられる。授業実践では以下の能力の育成を視野に入れて実践する。

表 5 本研究におけるキャリア的能力の特徴

- | |
|--|
| (1) 自分が思考した根拠を明確にし、他者にわかりやすく表現し、説明する力。(グループ活動) |
| (2) 自身の解答や思考のプロセスを振り返り、次の活動に生かす力。(振り返り、まとめる活動) |
| (3) 問題解決に必要な情報を抽出したり、整理したりして活用することでできる力(ICTを活用した授業、数学の授業) |
| (4) 多くの仕事の中で数学が使われていることを理解することを通して、自分が目指す職業でどのように数学が使われているのかを探究しようとする態度(本研究で開発した授業)。 |

なお、表 5(4)の能力は先行研究が少ないため、本研究では表 5(4)の育成に重点を置く。

(3) 数学的モデル化過程

本研究における教材は表 5(4)の育成を目指すことができ

るような教材である。職業で数学を活用している場面を取り扱うことから数学的モデル化過程について検討する必要がある。数学的モデル化過程とは現実場面の問題を数学の問題として解決し、数学的な結論が現実場面の課題を解決できるか否かの妥当性を検討する活動である。西村(2012)は数学的モデル化過程を以下のように図式している。

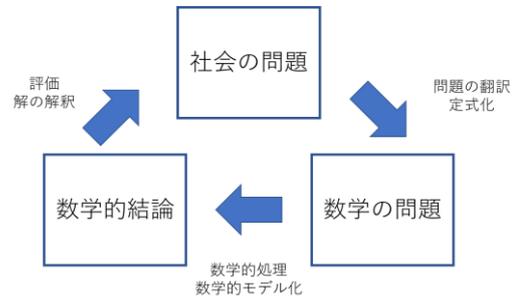


図 2 数学的モデル化過程(西村,2012,p.56)

また西村(2012)は、社会において数学を用いて解決を図る問題場面には、a 最適な状態を求める、b 予測する、c 測る、d 評価する、e 傾向を捉える、f 可能性を調べる、g 構造を解明する、h 数える・計算する、i デザインする、の 9 つの解決目的を持つとしている。これより本研究における教材もこれら 9 つのいずれかに該当する教材である必要がある。数学的モデル化の授業と本研究の授業の違いは数学的処理にあると考える。西村(2012)は解の翻訳は数学的方法により得た結論を、社会へ訳し戻す活動であると指摘するため、数学的モデル化過程の数学的処理では数学の問題は数学の問題として社会の問題と乖離させて解決する。そこで懸念されるのは数学は数学、職業で実際に起きる問題とは別と生徒が認識することも考えられる。そこで数学的処理も現実の要素を取り入れる必要があると思われる。具体的には数学的処理が取り扱う職業を疑似的に体験するような活動になる必要がある。よって本研究における授業は数学的モデル化過程を基盤として数学的活動を職業を疑似的に体験する活動として、キャリア的能力の育成を目指す。

(4) 教科書分析

教科書には職業についての教材やコラムが記載されている。日本の教科書 7 会社で令和 2 年度に発行された中学 1 年生から 3 年生までの教科書に記載されている職業を取り扱った教材の数を領域ごとに集計すると以下の表 6 のようにまとめられる。

表 6 教科書分析

| 領域 | 7 社で記載されている教材の数 |
|--------|------------------------|
| 数と式 | 16 個 (例.気象予報士 (1 年)) |
| 関数 | 27 個 (例.電車の運転手 (2 年)) |
| 図形 | 6 個 (例.測量士 (3 年)) |
| データの活用 | 13 個 (例.アナリスト (1 年)) |

関数領域、数と式領域がどの会社もいくつかの職業を取り扱っている。本研究では教科書研究を基に数と式、関数の領域に關する教材を開発し、実践する。

5. 授業実践

本章では、3章4章で検討した内容を基に連立方程式、一次関数の授業を計画、実践した。連立方程式では医者(画像診断)、一次関数ではCS(ドクターヘリ専門の運航管理者)(ヘリの着陸ポイントの決定等)、ボクサー(減量計画)、パティシエ(製菓の計画)の4つの教材を教科書を参考にして開発し、実践した。上記のうち、一次関数の3つの授業はすべての学級で実施した。なお、本論文では医者(画像診断)、パティシエ(製菓の計画)について記述する。

(1) 授業実践①

本授業は連立方程式の利用の授業で行った。CT スキャンでは線形代数の連立方程式の行列解が用いられる。実際の授業では、中学2年生が連立方程式の応用問題として取り組めるように画像を四分割し、四元連立方程式の問題に設定した。また本教材は学校図書の教科書のコラムを参考にして、ガンを見つけるという医者の職業を疑似的に体験することができるように以下の表7のように教材化した。

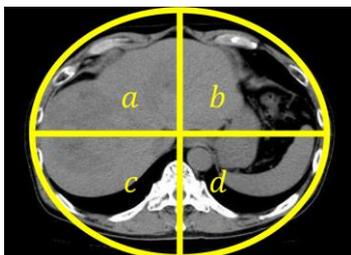
表7 授業実践①の教材

下の表(1),(2)は実際の放射線を当てた箇所と吸収率を当てた箇所と吸収率を用いた2人の患者のデータです。下の表と図を使って、どこにガンがあるか考えてみよう。
今回のガンの吸収率は80とする。

表(1)

| 当てた箇所 | 吸収率 |
|-------|-----|
| aとb | 130 |
| bとc | 140 |
| aとc | 170 |
| aとd | 150 |

図



表(2)

| 当てた箇所 | 吸収率 |
|-------|-----|
| bとd | 120 |
| cとd | 110 |
| aとc | 100 |
| bとc | 130 |

本授業の授業目的は、「生徒が医療関係の仕事に連立方程式が活用されることを理解すること」と設定した。また、本教材は連立方程式を活用して、画像内にガンがあるかどうかを調べるため、西村(2012)のg構造を解明する教材に当たると考える。授業の導入では『コードブルー』や『ドクターX』など生徒にとって馴染みのあるドラマを話題にして、医療の世界で数学がどのように活用されているかを予想する活動を行った。次にドラマにもよく出てくるCTスキャンと数学の関連性について説明した。具体的にはCT画像が細胞の放射線吸収率によって色を変化させて撮影しており、そのプロセスに連立方程式が活用されていることを説明した。次に4元連立方程式の解法について考察し、表7の教材を練習問題として取り扱った。授業前半で解法を理解していた生徒が多くいたことから、(1)の問題はできていた生徒は多かった。しかし(2)はどこも吸収率が80にならな

い問題で苦戦している生徒が多く見受けられた。そこで「80にならないということはどういうことだろうか」と発問すると何人かの生徒は「80ではないということはどこにもガンがないから、健康体なのではないか」と答えていた。授業終盤ではモデルにした写真をテレビで写し、(1)の問題の結果と照らし合わせ、計算結果とCTの画像のガンの位置が一致することを確認した。

(2) 授業実践②

本教材は線形計画法を用いた教材として開発した。古林(1989)は、線形計画法は理論的に整った体系を有しているだけでなく、実用面でも、利用度の最も高いものであり、線形計画問題は、限られた材料を活用し最大限利益を得る配分を求める職業の場面を教材化できることを指摘している。しかし、線形計画法は高校2年生の軌跡を学習していないと厳密には理解できない内容である。そこで本教材は利益の最大となる点ではなく、限られた材料を無駄なく使う材料の配分について計算する線形計画法の要素を取り入れた教材とした。以下の表8は授業実践②で活用した教材である。

表8 授業実践②の教材

ある洋菓子店の看板メニューはチョコシュークリーム1個250円(税込)、チョコケーキ1個450円(税込)です。商品を作るのに使うチョコ、砂糖、牛乳の量は以下の表のようになっています。本日はチョコを8.1kg、砂糖を5kg、牛乳を22kg仕入れている。少なくとも2つの材料を全部使い切って作るには、それぞれ何個ずつ作ればいいでしょうか。チョコシュークリームの数をx個、チョコケーキの数をy個として考えてみよう。

| | チョコシュークリーム | チョコケーキ |
|-----|------------|--------|
| チョコ | 18g | 30g |
| 砂糖 | 10g | 20g |
| 牛乳 | 40g | 100g |

本授業の目的は、「一次関数を用いてパティシエで働かなかで起こる可能性のある問題を解決する」と設定した。また、本教材は限られ材料を無駄にすることなく作る組み合わせを考えることから、西村(2012)のa最適な状態を求めるに該当すると考えられる。授業の導入はパティシエでは数学がどのように活用されているかを発問した。材料や売り上げの計算、ケーキの面積や体積など幅広く回答しており、生徒もなんとなく知っている職業であったので複数回答があったと考える。次に表8の問題をチョコ、砂糖、牛乳の順番で小出しにしてグラフに書き足していった。次に、中学生は領域に関する内容を取り扱っていないため、グラフが材料を最大限使って2つのスイーツを作る個数を表していることを重点的に説明した。2つ目の材料までは生徒もこれまで一次関数と方程式で取り扱った問題と同様に解決できていた。次に2つのグラフが表していることをグラフの説明の復習も兼ねて行った。以下の図3は授業で用いたグラフである。

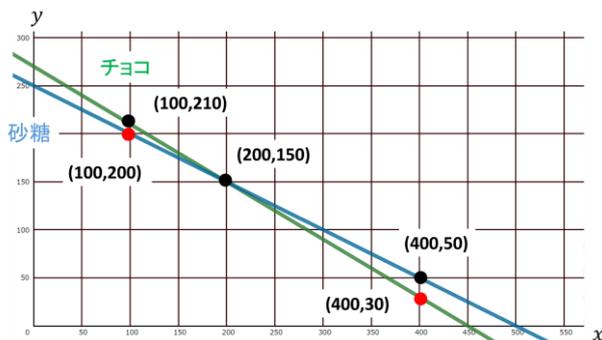


図3 授業実践②で用いたグラフ(1)

図3のグラフを用いて、「x軸の数値を揃えたときチョコのグラフを見るべきか、砂糖のグラフを見るべきか」と発問した。x=100ではチョコを基準にすると砂糖が足りなくなるため、砂糖のグラフを見て、チョコケーキは200個作れることがわかる。y=400では砂糖とチョコの上下が交点を境目に逆転しているため、チョコをみる必要があり、チョコケーキを30個作れることを確認した。そのうえで3つ目の牛乳を提示した。図4は3つの材料を用いたグラフである。

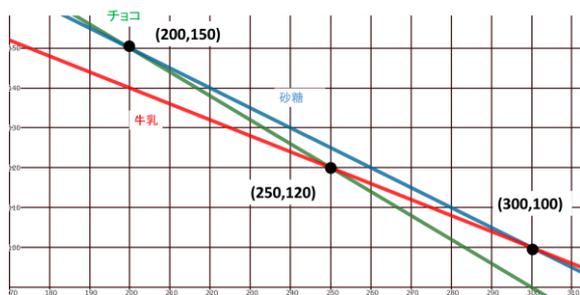


図4 授業実践②で用いたグラフ(2)

牛乳のグラフを書き、グラフの位置関係から(200,150),(300,100)はy軸座標を見るとそれぞれ牛乳、チョコが足りなくなることがわかる。よって(250,120)の組み合わせが材料を2つ使い切ることができる組み合わせであることを導き、解決した。解説後、別の職業でも同様に線形計画法が活用されていることを補足した。

6. 授業分析

本章では5章の授業実践やそれ以外の授業から見えた教材や授業構成の課題を分析する。また、授業を受けた生徒を対象にしたアンケート調査を分析する。

(1) 自己評価カードの分析

授業実践①の授業後の生徒の振り返りシートには50%の生徒が連立方程式が医者の仕事で活用されていることを実感したというコメントをした。具体的には「医療の世界(しかもガンをみつけるとき)で連立方程式が使われていると知り驚いた、また実際に医者と同じことができたので楽しかった」、「一見役立たなさそうな連立方程式が医者の中で使われている」「写真と計算結果が一致することに驚いた、連立方程式すごい!」とコメントしていた。また、約25%の生徒が4つの文字の連立方程式の解法についてのコメントをした。具体的には「1回で文字を1つにできなくて

も2回連立方程式で解けば文字を一つにすることができる」、「文字が4つの時は工夫して文字が合うように式を使う」とコメントしていた。本教材より、連立方程式は日常生活であまり使われていないという意識を変えるきっかけになり、授業目的教材になったことが生徒のコメントよりわかる。よって、生徒が医療関係の仕事に連立方程式が活用されることを理解する授業であったことがわかる。

授業実践②の授業後の生徒の振り返りシートには、グラフの読み取りや記入の難しさや3つの方程式が出題されたことに対するコメントが50%以上であった。具体的には「グラフが3つ重なった式が出てきて、読み取り方が問題と違っていた」、「3つの交点ができたとき、交点をどのようにみるべきであるかがわかった」などとコメントしていた。また数人、日常場面と関連した内容についてのコメントをしていた。具体的には「お菓子を作るためにはたくさんの計算をされていることがわかった」、「パティシエにも一次関数を用いられていることに驚いた」などとコメントした。一次関数を用いてパティシエで働くなかで起こる可能性のある問題を解決するという授業の目的を達成するためには改善の余地があると考えた。

(2) アンケート調査

授業実践後、表9のようなアンケートを実施した。また表10はアンケートの回答結果である。割合は小数点第一位以下としている。また、⑤については記述内容を数学科の数と式、関数、図形、データの活用の領域と思考力、プログラミング、具体的な職業の場面に分類した。

表9 アンケート調査内容

- ① 数学は好きですか? (好き・まあまあ好き・あんまり好きじゃない・好きじゃない)
- ② 皆さんは、数学を勉強することについてどう思いますか? 当てはまるものすべて記号に丸してください
(ア) 受験や試験に必要なだから
(イ) 将来就きたい仕事や進路に必要なだから
(ウ) 数学を勉強するのが楽しいから
(エ) 日常生活や将来、役立つと思うから
- ③ 皆さんは将来、数学が使われている仕事に就きたいですか? (とてもそう思う・そう思う・そう思わない・まったく思わない)
- ④ 将来の目指している職業で数学が使われているイメージはありますか? (ある・ない)
- ⑤ あると答えた方で、もし具体的なイメージがあれば記入をお願いします

表10 アンケートの調査結果

(1)①の結果 (回答数 195)

| | |
|-----------|-------|
| 好き | 14.4% |
| まあまあ好き | 41.5% |
| あまり好きじゃない | 32.3% |
| 好きじゃない | 11.8% |

(2)②の肯定率 (回答数 195)

| | |
|---------------------|-------|
| ア受験や試験に必要なだから | 92.8% |
| イ将来就きたい仕事や進路に必要なだから | 32.3% |
| ウ数学を勉強するのが楽しいから | 20.0% |
| エ日常生活や将来、役立つと思うから | 50.8% |

(3)③の結果 (回答数 195)

| | |
|----------|-------|
| とてもそう思う | 3.6% |
| そう思う | 32.3% |
| そう思わない | 52.8% |
| まったく思わない | 11.3% |

(4)④の結果 (回答数 195)

| | |
|----|-------|
| ある | 45.6% |
| ない | 54.4% |

(5)⑤の記述率 (回答数 195)

| | |
|-------------|--------|
| ④であると答えて記述 | 38.5% |
| ④であると答えて無記述 | 7.2% |
| ④でなしと答えて記述 | 0% |
| ④でなしと答えて無記述 | 54.36% |

(6)⑤の記述分類 (回答数 74)

| | |
|-------------|-------|
| 数と式領域の記述 | 32.0% |
| 関数領域の記述 | 5.3% |
| 図形領域の記述 | 9.3% |
| データの活用領域の記述 | 5.3% |
| 思考力の記述 | 2.7% |
| プログラミングの記述 | 6.8% |
| 職業場面の記述 | 38.8% |

(7)⑤であると回答した生徒の①の解答 (回答数 195)

| | |
|-----------|-------|
| 好き | 20.8% |
| まあまあ好き | 36.6% |
| あまり好きじゃない | 28.7% |
| 好きじゃない | 13.9% |

本論文では主に(5),(6),(7)について検討する。⑤の記述で一番多かったのは職業の場面の記述であった。「看護師にはいろんなところで使われていそう」「電車のブレーキのタイミング」,「相手チームの分析」などがあつた。次に多かったのが数と式領域である。材料について計算したり,売り上げや走る速さなどの計算をすることと回答した生徒が多かつた。また,少数であるが授業では取り扱っていないが,図形領域に関する記述も多かつた。アナウンサーになりたいのだが,素早く情報を読み取って発言するなどの数学で身につける能力に関する記述があつた。

⑤であると答えて具体的な記述をした生徒は 38.5%であつた。ここであると答えた生徒は,本研究におけるキャリアプランニング能力(表 5(4))が育成されていると思われる。しかし,関数領域の授業を多く行つたが,⑤で関数に関する記述をした生徒は少ない。このことから,授業を行うだけでなく,関数がどのように職業で使われているかを探究する活動を取り入れる必要があると思われる。また,職業の中で数学が具体的にどのように活用されているかを記述できた生徒は今回はアンケートで分析しているが,探

究活動でどれだけ自分の職業で数学が使われているかを明確に調査できているかを評価するのが望ましいと思われる。⑤であると回答した生徒を①の解答で分類するとまあまあ好き,あんまり好きじゃないの回答が多くみられた。好き,まあまあ好きと肯定的に回答した生徒のほうが具体的な記述をしている傾向にある。一方で③で数学が使われる職業に就きたいという項目に対してそう思わないと回答したが,3割近くの生徒が⑤で具体的な記述をしていた。このことから生徒の考える数学の使われる職業は理系職をイメージしているように考えられる。以上のことから,数学は理系教科であるが,文系の職業やスポーツ選手などの理系文系に該当しない職業のも使われているというイメージを生徒が持てるように授業をすることが望ましいと思われる。また,売り上げの計算などの表面的に数学が使われている場面のみならず,論理的思考力等も職業で使われている場面が多くあることから数学で身につけられる資質・能力が職業でどのように役に立つかを理解できるような授業を開発する必要がある。

(3)授業省察

授業実践①,②と一次関数で行つたCS(ドクターヘリ専門の運航管理者)(ヘリの着陸ポイントの決定等),ボクサー(減量計画)を基に本研究における授業の省察と,アンケートを分析し,以下の4つの課題があることがわかつた。(1)数学の問題を解く過程がまさにその職業で直面する課題を解決する過程に近いことができるように教材開発する必要がある。(2)授業の導入は授業で取り扱う職業で数学がどのように活用するか予想する活動を取り入れる。(3)系統的な指導計画が必要である。(4)本研究のキャリア的能力のキャリアプランニング能力の育成には本研究で開発したような数学が様々な職業で用いられている場面を教材化した授業を全単元通じて行い,各単元で自分が目指す職業で数学がどのように使われているかを探究する活動を行う必要がある。

(1)の課題は,4章(3)で数学的モデル化過程で記述したことである。授業実践①では医師が画像診断する過程を教材化した。授業実践②ではパティシエに限られた材料を無駄なく使うための計画を立てるために計算をする過程を教材化した。①の活動は数学の要素がないため,生徒は数学の問題ではあるが,数学らしさを感じずに課題を取り組んでいたことが意外なところで使われているという認識に繋がつたと考える。一方,②の授業は職業で計算する過程の印象強いがゆえに社会との関連を理解しにくいものになってしまったと考える。しかし,働く中で何かしらの計算をする機会もあると考えるため,あくまでパティシエの計算であるということや計算した結果と実際の職業ではどうかという実際の場面に戻す必要があると思われる。また,実際の職業を教材化するが,教材の数値は中学生が課題を解決できる適切な数値に設定する必要があると考える。

(2)の課題はより質の高いキャリアプランニング能力の育成に繋がると考える。数学がどのように活用されているかを予想することにより,数学が社会でどのように活用さ

れているかを意識する機会になると思われる。また、その職業について考える機会になると考える。ボクサーの授業では、「ボクサーにも数学が使われているの?」と半信半疑になっている生徒が多く見受けられた。生徒が自分の職業に数学が使われていることを意識できるよう考える機会を確保するための導入を心がける必要があると思われる。

(3)の課題は数学の授業計画としての課題である。生徒は連立方程式の授業にて、4つの文字の連立方程式を計算する際に、最初にどのように解決すればいいかわからない生徒が数多く見受けられた。理想としては生徒から「連立方程式で解決できるのではないか」という考えが生まれることである。そのため、4元連立方程式を本授業の前時で取り扱い、活用できるようにしたうえで本授業を実践していくことが望ましいと思われる。そのため、単元計画より、本教材のような応用問題を取り扱うということを想定し、系統的な指導をする必要があると思われる。

(4)は本研究におけるキャリア教育を実践するうえで不可欠となる課題である。連立方程式の授業の振り返りシートより、「一見役立たなさそうな連立方程式が医者の中で使われている」などの数学が医者という職業で活用されていることを学んだことについて、クラスの50%がコメントをしていた。授業実践①より、生徒は医者が働く中で連立方程式を理解していることがわかる。しかし、本研究におけるキャリアプランニング能力は、自分が目指していたり、興味を持っていたりする職業で数学がどのように活用されているかを探究する態度の育成を目指している。表10より、アンケートにて数学が様々な職業で活用されている具体的なイメージをもっていたり、予想していたりする記述をした生徒は38.5%であった。各授業の振り返りシートより、授業で取り扱った職業と数学の関連性を実感した生徒は多くいたが、自分の目指す職業で数学がどのように活用されているかを考える段階には至っていないことがわかる。このことからキャリアプランニング能力の「多くの仕事の中で数学が使われていることを理解する」ことができた生徒は多くいるが、「自分が目指す職業でどのように数学が使われているのかを探究しようとする態度」の育成には本研究で開発した授業では不十分であると考え。最終的には生徒が将来目指す職業でどのように数学が使われているかを考える態度を育成するのが望ましいと考える。そのため、各単元でそれまで学習してきた数学が様々な職業にどのように活用されているかを探究する活動や問題づくり活動を行うことによってキャリアプランニング能力の育成に繋がるのではないかと考える。本研究で開発した授業や探究活動を含めて系統的な指導計画を作ることがキャリア的能力の育成に繋がると思われる。

7. まとめ

本研究では、キャリア教育を視野に入れ、様々な職業で数学が用いられている場面を取り入れ、中学生が数学の有用性を感得するような授業を理論的に開発し、実践するこ

とを目的とし、本研究におけるキャリア教育、キャリア的能力を定義したうえで、教材を研究・開発し、実践した。また実践後自己評価カードやアンケートを基に授業や授業を通して生徒が数学に対してどのようなイメージをもったか、本研究におけるキャリア教育がどれくらい育成されているかを明らかにした。本研究で目指す資質・能力の育成には5章で記述したような授業を全単元通じて行い、単元ごとに自分が目指す職業で数学がどのように使われているを探究する活動を行うことでより育成できると考える。そのため第2学年のみならず、中学校の全単元で多種多様な職業を数学の授業に取り入れられるように教材開発を行う必要がある。今後の課題は上記の教材研究と探究活動を含めた系統的な実践であると考え。

引用・参考文献

- 青木猛正(2017). 活用性を高める高等学校数学への提言-これからの数学教育の在り方を踏まえて-. 教職研究, 29, 1-10
- 中央教育審議会(2011). 今後の学校におけるキャリア教育・職業教育の在り方について
https://www.mext.go.jp/component/b_menu/shingi/toushin/_icsFiles/afieldfile/2011/02/01/1301878_1_1.pdf (2021.1.29 最終確認)
- 古林隆(1989). 線形計画法入門. 産業図書
- 金本良通(2014). 数学的コミュニケーションを展開する授業構成原理. 教育出版
- 経済産業省(2018). 理工系人材育成に係る現状分析データの整理(学生の文・理、学科選択に影響を及ぼす要因の分析) ~詳細版~
https://www.meti.go.jp/policy/innovation_corp/entaku/pdf/160128_entaku6_shiryu01.pdf (2021.1.29 最終確認)
- 国立教育政策研究所(2013). 算数・数学教育/理科教育の国際比較 国際数学・理科教育動向調査の2015年調査報告書. 明石書店
- 町田彰一郎(1986). CAIの考え方その実践の立場から. 日本科学教育学会年会論文集, 10, 569-572
- 文部科学省(2018a). 中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 数学編. 日本文教出版.
- 文部科学省(2018b). 中学校学習指導要領(平成29年告示)解説 特別活動編. 日本文教出版.
- 長崎栄三他(2006). 社会から見た算数・数学科の指導内容の重要性-「算数・数学教育の内容とその配列に関する調査」の結果の分析-. 日本数学教育学会誌, 88(2), 29-44.
- 二宮裕之(2016). 他者を通して学ぶ-学習の振り返りとまとめを自覚的に行うこと-. 新算数教育研究会. 算数の本質に迫る「アクティブ・ラーニング」. (pp.86-95). 東洋出版会社
- 西村圭一(2012). 数学的モデル化を遂行する力を育成する教材開発とその実践に関する研究. 東洋館出版社
- Saunders H.(1990). *When Are We Ever gonna Have to Use This?*. Parsippany: Dale Seymour Publications, (森園子・猪飼輝子・二宮智子訳(2019). この数学, いったいいつ使うことになるの?, 共立出版.)
- 杉山吉茂(2018). 算数科の特質と目標. 算数科教育研究会, 算数科教育研究(pp. 16-24)