

Scratch で作成した教材としてのトレインシミュレーター — 速さの問題での算数数学授業実践例 —

上出 吉則*¹ 辰己 丈夫*²

概要：本研究は、算数数学教育上の課題に対して、ICT を用いることが有効な手段であることを示すのがねらいである。昨年の CE139 では「関数の座標」の単元で、続いて SSS2017 では、「図形の回転移動」の単元で Scratch プログラミング教材を使って実践授業をおこない、その効果の検証を進めた。

今回取り組む「速さの問題」は、小学校の算数や中学校の数学で苦手意識を持つ生徒が多く、授業での関心や意欲の低さが問題となっている。その理由として、文献研究から「速さの問題」の構造的な難しさ、指導内容の定着率が低いこと、問題の場面設定の問題点、速さの意味を指導していないことなどが明らかとなった。また、FLASH 教材やパワーポイント教材を用いて動画による授業をおこなう先行研究例も明らかとなった。そこで、本研究では、独自の Scratch で作成した教材としての「トレインシミュレーター」を用いて、授業での関心や意欲などの情意面の生徒の学力向上を目標とした。

実践授業の結果、文部科学省による「速さの問題に ICT を活用することの効果」の実証例となる結果が得られ、独自の Scratch で作成した教材としての「トレインシミュレーター」を用いて、「速さの問題」に情意面での効果があることがわかった。

キーワード：Scratch, プログラミング, ICT 教材, 数学教育, 算数教育, 速さの問題, トレインシミュレーター

Train simulator as teaching material created by Scratch for Mathematics Education in Middle School

UEDE Yoshinori*¹, TATSUMI Takeo*²

The purpose of this research is to show that using ICT is an effective means to matters on mathematics education. "Speed problem" is a unit with many students who are not good at arithmetic at elementary school and mathematics at junior high school. From the literature research it became clear the structural difficulty of "speed problem" and the difficulty of setting the problem scene. Using the "train simulator" as a teaching material created by scratch, it was concluded that there was an emotional effect on "speed problem".

Keywords: Scratch, Programming, ICT Use in education, Mathematics education, Speed problem, Train Simulator

1. 研究の経緯

本研究は、算数数学教育上の課題に対して、ICT を用いることが有効な手段であることを示すのがねらいである。

研究内容として、すでに我々は「関数の座標」の単元で、Scratch を用いてプログラミング教材を活用し、座標系概念の理解を目標とした実践をおこなった [1]。その際、負の数を含む座標平面上の格子点を直線で結び、結果として座標平面上に生徒が設計したキャラクターを表現する「MSC (Mathematical Simulation of Concept)アニメーション」教材を新規に考案した。

次に、同年代の生徒の創作した Scratch プログラム教材を数学の授業で活かす試みをおこなった [2]。「図形の回転移動」の単元での図形の移動概念の理解を目標とし、数学の授業としての授業理解度の情意面での効果を検証する試みをおこなった。

今回は、小学校の算数と中学校の数学で共通の指導内容

としての「速さの問題」に、Scratch で作成した教材の「トレインシミュレーター」を用いて取り組む。

先行研究の調査から、「速さの問題」の構造的な難しさ、指導内容の定着率が低いこと、問題の場面設定の問題点、速さの意味を指導していないことなどが明らかとなった。

また、速さの問題の図的表現の有効性や、文部科学省の速さの問題に ICT を活用することの効果などの報告も見られる。一方、「速さの問題」に ICT を使う取り組みにおいては、FLASH 教材やパワーポイント教材を用いて動画による授業をおこなう先行研究例も明らかとなった。

2. 研究目的と研究方法

2.1 研究目的

本研究では「速さの問題」に FLASH 教材やパワーポイント教材ではなく、独自の Scratch で作成した教材としての「トレインシミュレーター」を用いて、生徒の学力向上を目標とした。

本研究の評価項目として、文部科学省 [3] による「速さの問題に ICT を活用することの効果」を参考指標として用いることとした。

*1 堺市立三国丘中学校
Sakai Municipal Mikunigaoka Junior High School

*2 放送大学
The Open University of Japan

上述の評価項目に対して、実践授業をおこない「生徒の授業後の自己評価」を項目別に分類し、その結果から「トレインシミュレーター」を教員が授業で使用する場合の効果を明らかにすることを研究目的とした。

ここで、本研究の具体的な項目を列挙する。

- 1 では、研究の経緯。
- 2 では、研究目的と研究方法。
- 3 では、先行研究の調査。
- 4 では、教材研究として教材制作過程の概要。
- 5 では、実践授業として実際の授業で「トレインシミュレーター」教材を活用した状況を述べる。
- 6 では、実践授業の検証として知見を整理する。
- 7 では、まとめとして研究目的に対する結果を述べる。

2.2 研究方法

まず、「速さの問題」の中で、距離が一定の場合に速さと時間が反比例する場合を題材として「トレインシミュレーター」の試作をおこなった。

次に「速さの問題」で「トレインシミュレーター」を用いる場合の学習指導案を作成し、授業の流れを構成した。

シミュレーションの動画を駆使することで、従来の紙と鉛筆での授業では得られない効果が期待される。つまり、「速さの問題」の学習において ICT でなければできないような授業の構築を目標とする。

実際の授業では「トレインシミュレーター」を運用し、学習指導案に従ってアクティブラーニング形式で授業を進めた。

実践授業の評価については、授業後の質問紙でおこなうこととした。「生徒の授業後の自己評価」の記述部分を用いた。授業後の生徒の自己評価の意見をフィードバックしながら「トレインシミュレーター」に改良を加えた。

本研究の評価項目として、文部科学省による「速さの問題に ICT を活用することの効果」を参考指標として用いることとした。その評価項目を以下に示す。

- (1). 「速さに」子どもが実感をもつことができない。
- (2). 物体が動く様子をアニメーションで提示する。
- (3). 問題場面と子どもが経験していることがつながらない。
- (4). 実際に動くものを比較する状況をつくること。

上述の評価項目に対して、「生徒の授業後の自己評価」を項目別に分類し、その結果から「トレインシミュレーター」を教員が授業で使用する場合の効果を明らかにする。

3. 先行研究の調査

3.1 速さの指導の難しさ；林（2017）の研究

林[4]は、小学校での速さの問題の指導の難しさを次のように述べている。

『現行学習指導要領では、5年生で測定値の平均や人口密度など単位量当たりの大きさ（異種の二つの量の割合）について指導する。速さについては同じ異種の二つの量の

割合で表す量ではあるが、第6学年で指導することになっている。平成20年の改訂では速さの意味と内包量の持つ意味が難しいこともあり、上学年に移行したと記憶している。』

図形の長さの比などの、同種の二つの量の割合に比べて、速さの問題のような異種の二つの量の割合の意味理解は難しいことが述べられている。

また、第2点目として『平成26年度岡山県学力調査問題（中学校1年数学）とその正答率をみると次のようになっている。「まどかさんが、公園の周りのランニングコース（公園マップに1周3.5kmと示してある）を走ったところ、走り始めてから1周するまでに20分かかりました。まどかさんの走る速さは分速何mですか。」という問題に対しての正答率は、47.5%であった。』

小学校第6学年で速さを履修し、中学校に入学後において、基礎的な出題にもかかわらず、速さの問題の定着率が良くないことを資料は示している。

このように、速さの学習は構造的な難しさと、定着率の低い点が特徴として記述されている。

3.2 速さの問題場面に関する研究；渡会（2016）の研究

渡会[5]によると、国際比較調査等の検討から速さの問題の問題場面の記述が見られる。

『日本の従来の算数・数学教育では速さ・時間・道のりの乗除の関係による問題解決はできるようになるが、その一方で速さの性質を用いた問題解決という点については十分でないのである。』と述べている。

さらに『比例・反比例の単元では、「道のりが一定の時には速さと時間が反比例する」という性質が反比例の関係にある2つの量の事例として扱われているが、この性質を用いた問題解決は扱われていない。』と述べている。

授業において、速さの性質や、比例や反比例といった算数や数学の概念を学習内容に取り入れる事の必要性に言及している。

3.3 速さの問題の図的表現；藤井（2008）の研究

藤井[6]は、文章題を解決する場合は図的表現が有効であることを示す研究報告をしている。図を書くことで誤りに気づくことが出来る例として通過算を取り上げている。

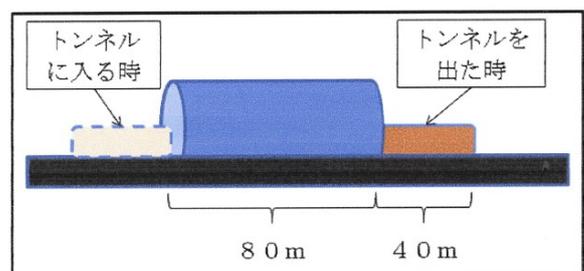


図1（通過算の図的表現）

図1のように、トンネルを通過する電車が「トンネルの長さ」だけでなく「電車の長さ」を加えることに、図を書

くことで気づき、正確な問題把握につながるとしている。

3.4 FLASH 教材を用いた旅人算；神田（2011）の研究

神田[7]は e ラーニング教材の問題点を動画という視点から捉え直し、FLASH 教材を作成している。

『e ラーニング教材は、学年や単元ごとに数多く開発されているが、その多くは画面上に本を再現したものに過ぎず、アニメーションによって理解度をさらに深めることができるという e ラーニングの利点が活かしきれていないといえる。』

そこで、旅人算の原型と言える出会い算の教材を、イラストやアニメーションの作成が容易に行えるソフト FLASH を用いて制作している。実装は FLASH 作成ソフトである AdobeFlash-ProfessionalCS5 で行っている。

図 2 は、FLASH 教材のスクリーンショットで動画による表現となっている。

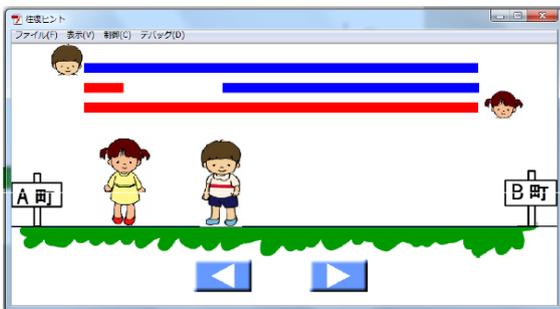


図 2（出会い算の FLASH 教材）

3.5 パワーポイントを用いた旅人算；吉田（2012）の研究

吉田[8]は、速さの問題にパワーポイント教材を用いた研究で次のように述べている。

『6年「速さ」の学習では、導入部分で3人の速さ比べをする。その際、3人の動きを動画で示すと児童の問題意識、及び興味・関心が高まり、学習に意欲的に取り組むのではないかと考え、パワーポイントを使った導入を考えた。』さらに、通過算に焦点を当てたパワーポイント教材を用いた記述では

『トンネルの問題は、児童の視覚が遮断され、分かりにくい問題である。そこで、動きを付けたプレゼンテーションを作成した。列車の実際の動きを見て、ほとんどの児童は理解することができた。』



図 3（通過算のパワーポイント教材）

3.6 次期学習指導要領で求められる資質・能力等と ICT の活用について；文部科学省（2017）

文部科学省の学校における ICT 環境整備の在り方に関する有識者会議（第 6 回）議事録の「次期学習指導要領で求められる資質・能力等と ICT の活用について」には、次のような記述がある。

『(17)算数〔小学校第 6 学年〕

1. 課題の設定

- ・物が進む動画を複数見比べることで、速さは時間当たりに進む距離や距離当たりにかかる時間で表現できることに気付く。

2. 学習活動

- ・教育用コンピュータ（タブレット PC）の画面に映し出された、走る距離や速さが異なる 3 台の車が、順番に等速で進む動画を見て、どれが速いか考える。

- ・繰り返し見ながら、時間を計測したり、距離を調べたりしながら、比べる方法を考える。

- ・時間をそろえたり、距離をそろえたりすることで、比べられることを確かめる。

3. ICT を活用することの効果

- ・一般的に「速さ」の指導を行うときは、時間や距離の数値を与え、その数値を使って計算によって速さを導かせる展開が多い。教室に「速さ」を持ち込むことが難しいために、図や数値で場面を具体的にしようとするが、子どもが実感をもつことができない。

- ・物体が動く様子をアニメーションで提示し、速い（遅い）という状況を実際に見せることで、速さを教室にもちこむことができる。

- ・教科書で扱う問題は、文中に書かれていない「どの時間でも物体が同じ速さで進む」前提のもとに成立している。しかし、子どもたちが生活している日常の中には、このように等速で進む場面はあまり見られない。問題場面と子どもが経験していることがつながらないことは、速さを理解しづらくしている要因であると考える。

- ・実際に動くものを比較する状況をつくることで、時間や距離をそろえて比べるなど変化の特徴を見だし、問題を解決する資質・能力の発揮につなげる。』

4. 教材研究

4.1 中学校数学教科書での速さの問題の扱い（通過算）

原題[9]は、次頁図 4 のように「連立方程式」の領域で、列車の長さや時速を求める問題である。しかし、本研究の「トレインシミュレーター」においては、速さの問題の中の反比例の性質を扱う問題に改題し、「関数」領域の「反比例」の単元の学習とする。これは、先行研究の渡会の文献を参考にして、算数や数学の概念を学習内容に取り入れる

こととした。

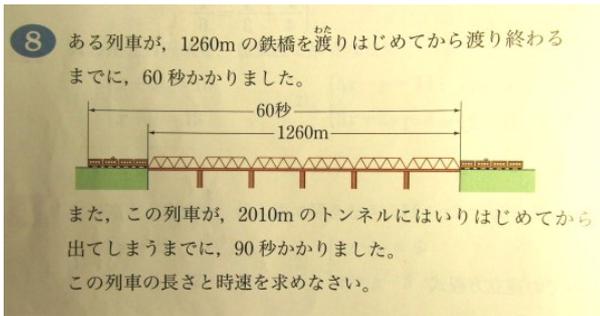


図4 (通過算の方程式としての教科書教材)

4.2 Scratch プログラミング教材

我々の一連の研究は、種々あるプログラミングソフトの中から、生徒がプログラミングに取り組むことを考慮しScratchの活用を試みた。

これまでの数学教育では「数学の概念」を、学校で教員が作成した動画で説明するということが一般的ではなかった。そこで、我々は「数学の概念」に対応する新発想の動画のプログラミングを、従来の算数数学教育では不可能な教育目標の達成を主眼として学校で教員や生徒らが、Scratchを用いておこなうこととした。

4.3 「トレインシミュレーター」

今回は、「トレインシミュレーター」を作業環境としてScratch2.0上でプログラミングをおこなった。

実際の作業として、おもちゃの電車が走る動画を作成し生徒に意見を求めたところ、「子供だましではいけない。」との否定的な意見が多数を占めた。

そこで、実際の電車が通過する場面を設定することに変更した。実際の場面では背景の設定が必要となるが、鉄道の軌道上部に橋梁構造物がある場合は、電車と橋梁構造物が重なり視認が困難となった。

橋梁構造物が軌道下部となる橋梁を全国の鉄道から検索したところ、福島県喜多方市山都町の「一ノ戸川橋梁」(いちののたがわきょうりょう)が候補となった。上路式トラス橋は車両への展望を遮るものがなく、非電化区間のため架線柱もなく最適であることがわかった。

そこに、4両編成の電車を走らせる動画を作成して生徒に意見を求めたところ、「現実感があってよい。」との評価であったが、実際には起こりえない設定である。

また、「通過秒数1」は、鉄橋を渡り始めてから渡り終わるまでの通過時間を示し、「通過秒数2」は、鉄橋を渡り始めてから画面右端に達するまでの経過時間を示している。列車が鉄橋を渡り始めてから渡り終わるまでの時間を焦点化するために通過秒数を2種類に分けて表示している。

当初は「通過秒数1」のみであったが、生徒の意見を取り入れ現在の形となった。

このように、今回は、試作ということでプログラミング自体は教員がおこなったが、フィードバックという形で生

徒の意見を取り入れる改良を加えた。このような改良は従来のDVD(ビデオ)教材では不可能な内容である。

4.4 「トレインシミュレーター」の動画写真

図5に連続静止画のスクリーンショットを示し、実際にScratchプログラムが動作している状況を示す。



図5 連続静止画のスクリーンショット

5. 授業実践

5.1 授業実践例

本時は数学と社会のつながりという視点から、電車の速度の問題を扱う。具体的にはトレインシミュレーターを用いることで電車の動きの場面から必要な情報を抽出し、速度と時間が反比例することを学ぶ。その学びの過程で関数概念の深い学びにつなげる。

中学校学習指導要領数学の項目としては、「反比例を用いて事象をとらえ説明すること」に該当し「二つの数量の変化や対応について様々な特徴をとらえることができる」という内容を本時の目標としたい。また、本時は小学校での反比例の概念も認めることとする。

5.1.1 授業の概要

- (1)対象生徒 公立中学校 A 第2学年
- (2)実施内容 関数「反比例の利用」1時間指導
- (3)実施日 2017年10月
- (4)ICT環境
 - ・教師用コンピュータ 1台
 - ・移動式スクリーン 1台
 - ・移動式プロジェクター 1台
 - ・bluetooth パワースピーカー 1台

(5)数学教育の目標

- ・本研究においては、速さの問題の反比例を扱い、距離が一定の場合に速さと時間が反比例することを理解する。算数や数学の概念を学習内容に取り入れることとした。
- ・数学に対する情意面の改善を目標とした。

5.1.2 授業展開および授業の様子

(1) 導入 課題の場面を理解し、速度 50 km/時の場合の通過秒数を知る。(課題把握)

・トレインシミュレーターを用いて電車が鉄橋を通過する様子を見せる (ICTの活用)。図6

(2) 展開・課題1 速度 75 km/時の場合の、通過秒数を答え、理由を考える。(個別思考)

・算数数学の既習事項を思い出して鉄橋を通過する時間(秒数)を求め考え方をワークシートに記入する。図7

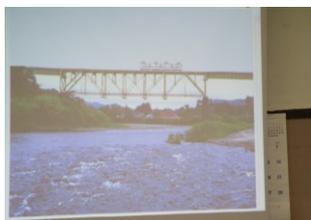


図6 (課題把握)

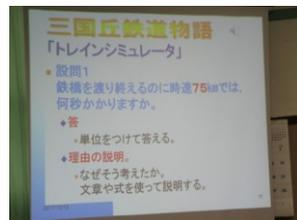


図7 (課題1を提示)

(3) 展開・課題2 速度 40 km/時の場合の、通過秒数を答え、理由を考える。(グループ思考)

・班全員で協力して通過秒数を考えさせ、電車が鉄橋を渡る場合の速度と時間の関係にきまりを見つけ出す。

・班ごとに考えた速度と時間の関係をまとめて記入する。

ただし、考え方が複数あってもよい。図8-1, 図8-2



図8-1 (グループ思考)



図8-2 (グループ思考)

(4) 共有 班ごとの考えを発表し全体で共有する。

- ・グループの代表者が黒板前で発表する。図9-1, 図9-2
- ・電車が鉄橋を渡る場合の速度と時間の関係で、他の班の考え方を理解し、自らの考え方と比較する。



図9-1 (代表者発表)



図9-2 (代表者発表)

・発表作品の中から、反比例の数学的な考え方として比例定数を求める、比例定数から時間を求める方法を示した例を図10に示す。

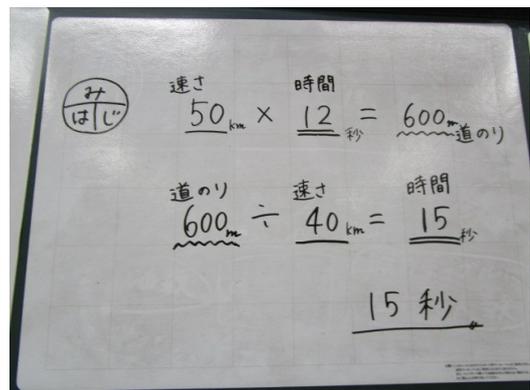


図10 (発表作品)

・発表作品の中から、反比例の数学的な考え方として速さの比を求めて、時間はその逆比になることを使って答えを求める方法を示した例を図11に示す。

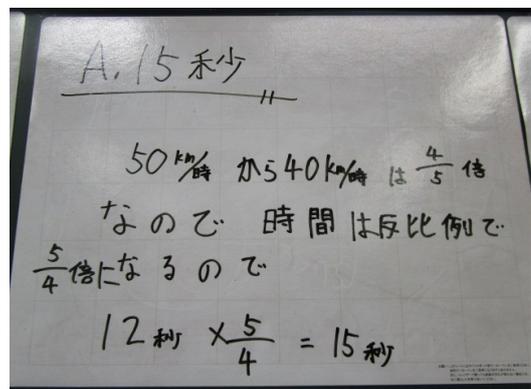


図11 (発表作品)

・発表作品の中から、反比例の数学的な考え方として反比例を立式して、関数の考えを使って答えを求める方法を示した例を図12に示す。

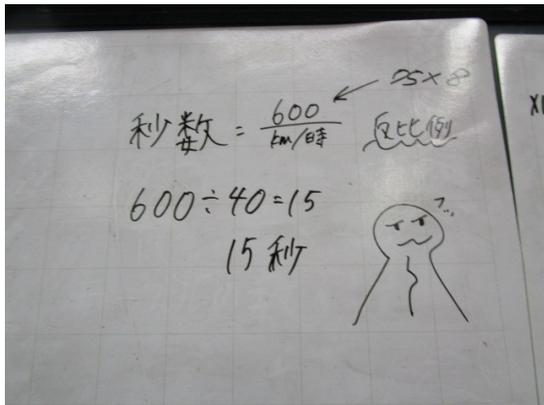


図12 (発表作品)

・発表作品の中から、反比例の数学的な考え方として、鉄橋の長さを求めてから、答えを求める方法を示した例を図13に示す。ただし、この場合は鉄橋の長さ+電車の長さであることに注意したい。

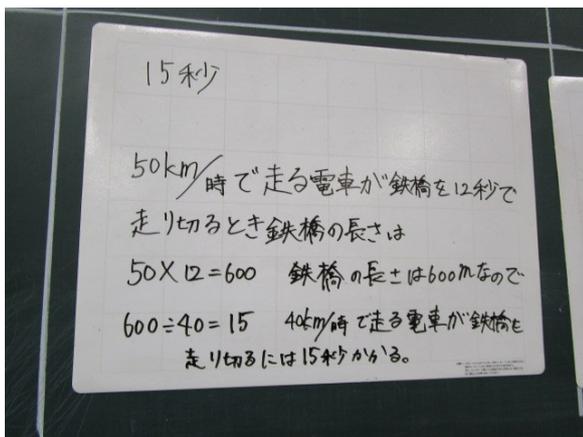


図13 (発表作品)

・発表作品の中から、反比例の数学的な考え方として、て速さの比を求めて、時間はその逆比になることを使って、答えを求める方法を示した例を図14に示す。ただし、この場合は矢印の向きが逆になっていることに注意したい。

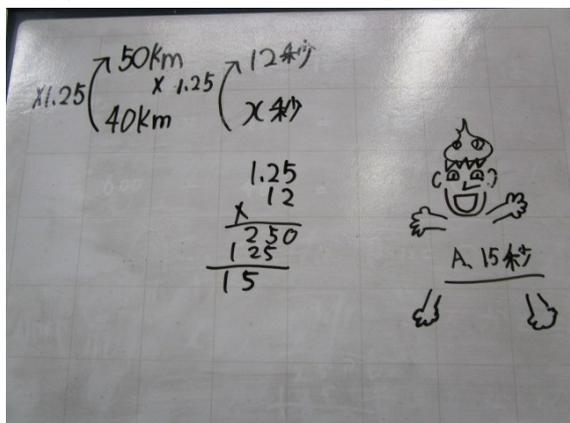


図14 (発表作品)

5.1.3 学習指導案

図15-1, 図15-2に実践授業で用いた学習指導案を示す。

中学校数学科 学習指導案	
指導者： 堺市立三国丘中学校 榎尾 上出吉則	
<主題>	プログラミング教材を用いたICT活用型の授業実践 -新開発トレインシミュレータで関数の概念を深く学ぶ-
<日時>	2017年10月
<対象>	第2学年
<場所>	数学少人数教室
<単元名>	第1学年 第4章 関数 反比例
<問題の所在>	算数・数学学習においては創発的な考え方や場面がしばしば登場する。創発的な考え方は数学そのものであり進んでいくことができない。ところが、創発的な考え方の場数は生活によって難関な学習内容となっているのも事実である。しかし、この点について有効な授業法の研究が進んでいない状況ではない。その理由として、学校教育においては既成概念の教科書を主たる教材としていることが考えられる。
<教材情報>	そこで、上述の問題の解決策として、本研究においてはコンピュータプログラミング技術を用いて、数学の授業の刷新したトレインシミュレータソフトウェアの新開発教材を開発すること。そのトレインシミュレータを使って反比例の概念を学ぶ授業の授業を考えた。従来の教室では不可能であった創発的表現を用いることで、ICTでの学びはできない、既成概念の場、理解を授業の目標とした。なお、中学校数学科でより学校算数で学んだ反比例の概念を基として、「反比例で文字を用いたことで表現し反比例の意味を理解する。」というように価値化をおこなう。
<生徒情報>	本学級の生徒は、個人としては学習が苦手で意欲的な生徒が多い。集団としては物事に積極的に取り組む傾向、授業参加が活発に生じている。一方、生徒間の人間関係は良好であるため、グループ学習は順調に進めることができる。また、多様な意見を受け入れることのできる雰囲気の良い学級である。
<本時の目標>	本時は数学と社会のつながりという観点から、電車の速度の問題を扱う。具体的にはトレインシミュレータを用いることで電車の動きの場面から必要な情報を抽出し、速度と時間が反比例することを学ぶ。その学びの過程で既成概念の場、学びにつなげる。中学校学習指導要領の項目としては、「反比例を用いて事象をどう説明するか」という点に該当し、「二つの数量の増加や減少について様々な特徴をどうとらえることができるか」という内容を本時の目標とした。また、本時は学校での反比例の概念も認めることとする。
<指導の方法>	本時の指導方法として、ICTを活用したアクティブラーニングを用いる。これは、生徒が既成概念の必要性を自身で感じることが出来る。また、班での活動を行うことにより、生徒間の考え方の共有を促す。なお、この授業におけるアクティブラーニングとは、深い学びと主眼点の学び、多様な学びと捉えている(文部科学省)。

図15-1 (学習指導案)

学習のながれ	学習活動・予想される反応例(○)	指導上の留意点(・)手だて(→)
本時の目標 二つの数量の増加や減少について様々な特徴をとらえることができる(反比例)		
導入	課題の場面を理解し、速度50km/時の場合の通過時刻を知る。(個別思考)	
課題の場面を提示する。(3分)	○電車が鉄橋を渡る課題の場面を知る。 ○電車の通過時刻を求めることが、課題であることを理解する。	→トレインシミュレータを用いて順を追って詳細に説明する。★ICTの活用 →電車が通過する様子を見る。
展開・課題1	速度75km/時の場合の、通過時刻を答え、理由を考える。(個別思考)	
・速度75km/時の場合の、通過時刻を考える。(7分)	○直数、数学の既習事項を思い出しながら鉄橋を通過する時間(秒数)を求め考え方をワークシートに記入する。	→求めるべきものの単位であることを強調して説明する。 →考え方も書くことを示す。
展開・課題2	速度40km/時の場合の、通過時刻を答え、理由を考える。(グループ思考)	
・6人程度の班ごたごた、速度40km/時の場合の、通過時刻を考える。(5分)	○班全員で協力して通過時刻を考えさせ、電車が鉄橋を渡る場合の速度と時間の関係にきまりを見つけ出す。	→ワークシートをお互いに見ながら、班の中で早くきまりを見つけた生徒が他の生徒に説明できる状況をつくる。 ★アクトビラーニング
・ホワイトボードに考えをまとめる(5分)	○班ごとに考えた速度と時間の関係をまとめて記入する。ただし、考え方が異なってもよい。	→班ごとにホワイトボードを配り、きまりを説明する図や式や言葉を作成するように促す。
共有	班ごとの考えを発表し全体で共有する。	
・班の代表者が黒板前で発表する。(10分)	○電車が鉄橋を渡る場合の速度と時間の関係で、他の班の考え方を理解し、自らの考え方と比較する。	→速度と時間の関係の表し方は1通りではなく多様であることを理解させる。 →速度と時間の関係が反比例で表現できることを理解させる。
展開・課題3	速度100km/時の場合の、通過時刻を答え、理由を考える。(グループ思考)	
・班で課題解決をする。(5分)	○速度と時間の関係のきまりを見つけられ、個々に考えるより簡単であり、そのきまりが式で表現できることに気づく。	→出てきた鉄橋、トレインシミュレータでシミュレーションをすることで正しいことを確かめる。★ICTの活用
展開・課題4	速度200km/時の場合の、通過時刻を答え、理由を考える。(グループ思考)	
・班で課題解決をする。(5分)	○問題を通したより簡単な速度と時間の関係に気づく。	→シミュレーションをすることで正しいことを確かめる。★ICTの活用
展開・課題5	速度300km/時(閉鎖線)の場合の、通過時刻を答え理由を考える。(全体思考)	
・速度と実生活のつながりを考える。(5分)	○問題を解決する過程で、新開発の速度と実生活のつながりに気づく。	→シミュレーションをすることで正しいことを確かめる。★ICTの活用
総括	本時を振り返る。(個別整理)	
・本時の目標が達成されたことを確認する。(5分)	→速度と時間の関係が反比例で表現できることを確認させる。	→速度と時間の関係の表し方は1通りではなく多様であることを確認させる。 →問題を通したより簡単な速度と時間の関係があることを確認させる。

図15-2 (学習指導案)

6. 実践授業の検証

研究目的と方法に照らして、実践授業の生徒の記述部分を項目ごとに分類し、関連項目の評価を検証する。

6.1 「速さに」子どもが実感をもつことができない。

(1). 教室に「速さ」を持ち込むことが難しいために、図や数値で場面を具体的にしようとするが、子どもが実感をもつことができない。

・実際に電車を走りせることで、本当に答えが"あって"いるかをチェックすることができた。

・実際に見て、答えを確かめられる点が、納得感をもちやすかった。

自分で解いてから本当に"あって"いるか確かめることができたのだった。

リアリティーがあった。本当に馬車で流れている音を流して良かった。

・このように、生徒が予想した答えを、実際の「トレインシミュレーター」で実演することで、生徒の理解が深まっている様子が読み取れる。

6.2 物体が動く様子をアニメーションで提示する。

(2). 物体が動く様子をアニメーションで提示し、速い(遅い)という状況を実際に見せることで、速さを教室にもちこむことができる。

・アニメーションを使って、授業をより分かりやすくして、楽しかった。
よく理解できた。

アニメーションを使っていたことで、解くのが楽になった。関係がよくなりました。

アニメーションのある授業は、わかりやすくて、楽しかった。みんなよく理解できた。
この授業がよかったです。関係がよくなりました。

・アニメーションの効果を肯定的に見ている様子が読み取れる。「トレインシミュレーター」の動画の効果で授業に対する情意面の効果が期待できる。

6.3 問題場面と子どもが経験していることがつながらない。

(3). 問題場面と子どもが経験していることがつながらないことは、速さを理解しづらくしている要因である。

映像も自分から秒数もかかってくる感じができて、楽しかったし、おもしろかった。

速さの関係や授業に出てきた反比例を使うのも楽しかった。

・身近なところで数学があるんだなと思った。
道のり・速さ・時間が反比例例であることが分かった。

反比例は日常生活のどこかに隠れているんだなと思った。意外と身近だと思った。

・「トレインシミュレーター」の動画で、動きと時間のつながりを確認していることが読み取れる。また、日常生活と数学(反比例)のつながりに発展している。

6.4 実際に動くものを比較する状況をつくること。

(4). 実際に動くものを比較する状況をつくることで、時間や距離をそろえて比べるなど変化の特徴を見だし、問題を解決する資質・能力の発揮につなげる。

速さが2倍3倍...となれば、時間は2倍3倍...となっていく。つまり反比例している。

・片方の数が増えると、もう一方の数が減ることがわかった。
・速さと時間の関係は、反比例だということがわかった。

・速度が上がると利数は小さくなっていく。
・反比例していることがわかった!!

距離、速さ、時間の公式の意味、関係をより深く理解することができたと思う。

・関数関係の本来の目標である時間や距離や速さの関係について「トレインシミュレーター」の動画から考察している様子が読み取れる。

・時間や距離の変化について、一方の変化に対してもう一方の変化の特徴を見出している。

7. まとめ

本研究は、小学校の算数や中学校の数学で苦手意識を持つ生徒が多い単元である「速さの問題」に、独自の Scratch で作成した教材としての「トレインシミュレーター」を用いて、生徒の学力向上を目標とした。

実践授業の「生徒の授業後の自己評価」を、研究目的と方法で述べた文部科学省による「速さの問題に ICT を活用することの効果」に照らして検証すると、その情意面での効果が読み取れる結果が得られた。

したがって、実践授業の検証結果から、Scratch で作成した教材としての「トレインシミュレーター」は、研究目的で述べた文部科学省による「速さの問題に ICT を活用することの効果」の実証例となる結果が得られた。

なお、研究の過程において、Scratch で作成した教材としての「トレインシミュレーター」で速さの問題（通過算）に取り組む場合、方程式として取り組むのか、それとも今回の研究のように関数の反比例としての取り組みが良いのかについて疑問が残ることとなった。この点については今後の研究課題としたい。

また、速さの問題で、速さと時間が反比例する性質を用いて他の問題を解決するタイプの問題は小学校で扱われていない。しかし、本研究の結果では速度 40 km/時の場合、通過秒数の考察から反比例関係を導出し、速度 100 km/時の場合に適用している学習例が多く見られる。このことから、小学校において Scratch で作成した教材としての「トレインシミュレーター」を活用する場合の取り組み方についても今後の研究課題としたいと考えている。

さらに、先行研究の、FLASH 教材やパワーポイント教材と Scratch プログラミング教材の比較研究については、FLASH 教材やパワーポイント教材の有用性の報告はされているものの、動画が文献として公開されていないため、詳細の比較ができない結果となった。この点についてもこれからの課題としたい。

<参考文献>

- [1]上出吉則, 辰己丈夫, 村上祐子『プログラミングと算数数学教育—Scratch で関数の座標概念を深く学ぶ—』情報処理学会コンピュータと教育学会 CE139(2017)
- [2]上出吉則, 辰己丈夫, 村上祐子『プログラミングの算数数学教育での効果と検証—生徒の創作した Scratch プログラム教材を授業で活かす—』情報処理学会コンピュータと教育学会 SSS2017(2017)
- [3]文部科学省:「学校における ICT 環境整備の在り方に関する有識者会議(第6回)配付資料;次期学習指導要領で求められる資質・能力等と ICT の活用について」効果的な ICT 活用検討チーム(2017)
- [4]林 直人「異種の二つの量の割合(速さ)の指導の在り方についての一考察」くらしき作陽大学・作陽音楽短期大学研究紀要第50巻第1号・第2号合併号(2017)
- [5]渡会 陽平「小学校算数科における速さの性質を用いて解決できる速さの問題場面に関する研究」北海道教育大学紀要, 教育

- 科学編, 第 67 巻第 1 号 pp237-253 (2016)
- [6]藤井 淳「算数文章題解決における図的表現の役割に関する研究」日本数学教育学会, 数学教育論文発表会論文集 40, 109-114, (2007)
 - [7]神田麻衣, 佐藤哲司「文章題解決力向上のためのイメージ化支援教材の検討」データ工学と情報マネジメントに関するフォーラム DEIM Forum 2011 E4-4 (2011)
 - [8]吉田 恭輔「授業における効果的な ICT 活用の研究—算数科年間指導計画に基づく効果的なデジタルコンテンツの活用—」平成 24 年度佐賀県教育センター教育論文・ICT 活用実践研究 (2012)
 - [9]文部科学省検定教科書中学校数学科用『未来へ広がる数学 2』啓林館, (2016), p54