

## リスクに向き合う数学科教材の開発

天野 秀樹 ・ 松浦 武人\*

### 1. はじめに

これからは、情報が国境を越えて複雑に入り乱れ、天災や戦争、予期しないウイルス感染症など、それらの解決に向けた答えが一つに定まらない時代に突入している。その中でわれわれは、現実を受け止め、より豊かな生活を創造し切り拓いていくことが求められている。昨今の SNS を利用した連続強盗事件、能登半島地震やロシア・ウクライナ戦争、新型コロナウイルス感染症などの「リスク」に向き合いながら生活を前に進めていく必要がある。それにもかかわらず、全国学力・学習状況調査における生徒質問紙の調査結果（表 1）によると、「地域や社会をよくするために何をすべきかを考えることがありますか」についての質問事項に対する肯定的回答は 40.8%であり、半数の 50%を下回っている。

表 1 全国学力・学習状況調査 生徒質問紙の調査結果（国立教育政策研究所，2022）

| 質問番号 | 質問事項                                | 当てはまる | どちらかといえば、<br>当てはまる | どちらかといえば、<br>当てはまらない | 当てはまらない |
|------|-------------------------------------|-------|--------------------|----------------------|---------|
| 30   | 地域や社会をよくするために<br>何をすべきかを考えることがありますか | 11.2% | 29.6%              | 36.4%                | 22.7%   |

これらの現実を受け止めて豊かな生活を創造するうえで、学校現場ではどのような取り組みができるのだろうか。学校でリスクに向き合う実践が実現できれば、子どもたち、そしてその後の社会にどのような効力を発揮するのだろうか。このことが、本研究の疑問の発端である。

### 2. リスクについて

リスクについて木下（2016）は、大航海時代にチャレンジングな精神をもって数々の災難を乗り越えながら航海を進めていったことから派生した用語であると述べている。広辞苑によれば「リスク」は、「危険」と説明されている（新村，1994）。また、リスクの内容について文部科学省（2011）は、犯罪、事故、自然災害、戦争、サイバー空間の問題、健康問題、食品問題、社会生活上の問題、経済問題、政治・行政の問題、環境・エネルギー問題、複合問題の 12 種類あるとしている。例えば、新型コロナウイルス感染症を取りあげると、健康問題に属する感染に関する事柄やワクチン供給状況、社会生活上の問題に属するテレワーク等の勤務形態や地域行事の中止など複数のリスクが考えられることになる。

以上のことをふまえて本稿では、リスクを「危険をとめない、チャレンジングな精神で解決を試みる事象」と定義する。なお、本稿で開発する教材におけるリスクの内容は、事故<交通事故>や社会生活上の問題<教育上の諸問題>に属する「交差点付近での自転車の運転」を取り扱う。

\* 広島大学大学院人間社会科学研究科

Hideki AMANO, Taketo MATSUURA

Development of teaching materials for mathematics deal with risks

### 3. 研究の目的と方法

本研究の目的は、中学生がリスクに向き合える数学科教材を開発することである。そのためにまず、リスクの視点からアプローチしている数学教育の先行研究を考察する。次に、リスクに向き合う数学科授業を設計・実践して、中学校数学科の教材としての効用を考察する。本研究を手がかりにして、学校現場、とりわけ中学校数学科授業においてリスクに向き合う取り組みの実践可能性を検討できるようにしたことが本研究の価値である。

### 4. リスクに向き合う数学教育の先行研究

教育界においては楠見(2013)が、リスクリテラシー育成の必要性を述べている。そして、そのリスクリテラシーは、メディアリテラシー、科学リテラシー、統計(数学)リテラシーに支えられて育成される資質・能力であると主張している(図2)。氏の主張における科学リテラシーや統計(数学)リテラシーは数学科授業で育成される資質・能力と関連している。したがって、氏の主張は、数学科授業においてリスクリテラシーを伸長する可能性を指摘していると解釈できる。

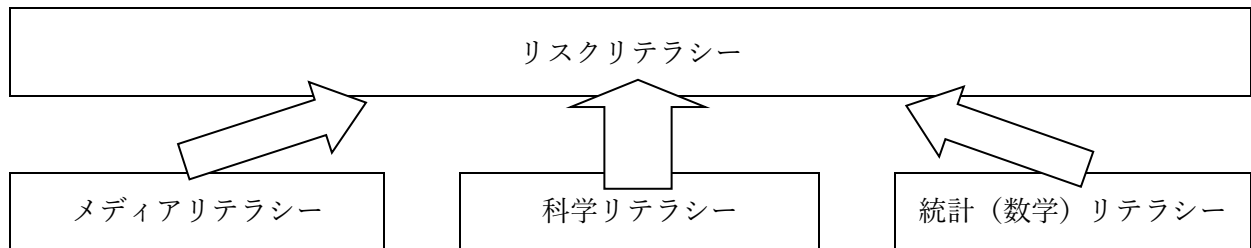


図2 リスクリテラシーを支える3つのリテラシー(楠見, 2013)

数学教育界においては町田(2014)が、リスクに対処できる市民を育成する数学科授業の必要性を述べている。氏は、数学科教材開発の視点として、「数量の関係的把握」、「統計資料の読み取り」、「日常現象の数学化」をあげている。しかしながら具体的な教材について、人工衛星の地球への生還などの話題として提供しているにとどまり、現場での検証には至っていない。それに対して天野(2015)は、落雷を予測する授業を展開している。それは、稲妻と雷鳴の関係を調べる関数・文字式グループ、どんな時何処にどれくらいの割合で落ちているか調査する統計グループ、避雷できる範囲や角度を推定する図形グループに分かれて探究学習をする。そしてその後に、各グループのメンバーを混合させて落雷を意識して行動する自分の考えをもたせる授業であった。この現況をふまえて、中学1年の教科書(藤井・天野ほか, 2016)には、稲妻と雷鳴の関係から落雷地点を予測する教材(図3)が扱われるようになっている。

**問5** 空気中を伝わる音の速さは、そのときの気温によって異なります。気温が $t^{\circ}\text{C}$ のときの音の速さは次の式で表されます。

毎秒  $(331.5 + 0.6t)$  m

(1) 気温が $0^{\circ}\text{C}$ のときの音の速さを求めなさい。

(2) 気温が $30^{\circ}\text{C}$ のとき、雷が光ってから2秒後に音が聞こえました。雷までの距離は、何mと考えられますか。




図3 稲妻と雷鳴の関係から落雷地点を予測する教材〔中学1年の教科書：東京書籍，2016〕

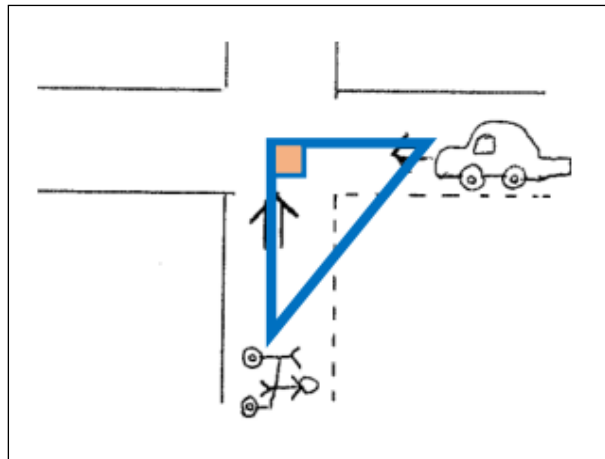
石橋(2018)は、リスクリテラシー育成の必要性を述べたうえで、確率の視点からの教材開発を指摘している。しかしながら具体的な教材の開発までには至っていない。また、裕元(2021)は、リスクに向き合う数学教育を推進する必要性について述べている。しかしながら具体的な教材については、小学校算数科における落雷に関する対処法を考える授業と中学校数学科における交差点付近での車の運転について考える授業の紹介にとどまっている。

以上のことをまとめると、2010年代に入って教育界や数学教育界においてリスクに向き合う数学科授業の可能性が謳われるようになってきている。その中で、具体的な数学科教材については、町田(2014)や裕元(2021)によって提案されているが、授業を実践して考察するような検証の段階までには至っていない。実践可能性の検討については、管見の限り天野(2015)実践しか見られない現状があり、今後の研究が待ち望まれている。

## 5. リスクに向き合う数学科教材

裕元(2021)は、リスクに向き合う数学科授業を開発する必要性を述べたうえで、平行線の性質を利用した交差点付近での車の運転について考える授業を紹介している。本稿では、この裕元(2021)の実践をアレンジして、生徒にとってリアルな場面を設定してリスクに向き合える数学科教材を開発する。

第一に、生徒の登下校を想定した自転車通学を取り扱う。第二に、平行線の性質ではなく三平方の定理を取り扱う。



実際に交差点に自転車で行く時に、同時に他の場所から交差点に近づいてくる自動車との平行性をふまえて行動することはリアルでないと考えるためである。本実践では、交差点が直交していることに注目して、自転車と自動車との距離や自転車から交差点までの距離をもとに三平方の定理を利用して、自動車から交差点までの距離を求める活動を取り入れる。自転車事故を防止する意識として、距離感覚を意識することはリスクに向き合う行動としてリアルだと考える。この場面は、三平方の定理を利用するとともに、その後の2乗に比例する関数の学習において、自動車が停止する時間と制動距離を学ぶ際にも利用できるため、次なる学びにつなげることができる教材でもある。

以上のことをもとにして、次のような指導案を作成した。

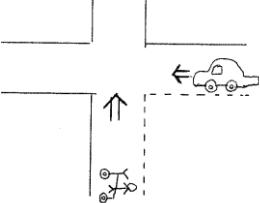
日時 令和5年7月12日(水) 第4校時(11:50~12:40)

年組 中学校第3学年2組 計35名

授業者 第一著者

本時の目標 リスク対応について、自分の経験や既習の数学知識をもとにしてレポートできる。

学習の展開

| 学習活動と内容  | ○指導上の留意点 (◆評価)   |
|--|--|
| <p>1. 校舎の外で仲間とリアルな場面を設定して考える。</p> <p>2. 活動をふり返り、レポートにまとめる。</p> | <p>○レポート用紙と電卓, メジャーを配付する。</p> <p>○4人班にさせる。</p> <div data-bbox="188 465 1422 719" style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p>【発問】 自分が自転車で直交する交差点付近に差しかかっています。_____</p> <p>右側の道から自動車も交差点の中心に近づいてきています。_____</p> <p>あなたができるリスク対応について、レポートしなさい。</p>  </div> <p>※交差点・・・信号や停止線はない1車線, 見通しを多少防ぐ木が立っている。<br/>             ※自動車・・・30km/hで進んでいる(瞬時にブレーキをかけても急には止まらない)。</p> <p>○「想定する場面」と〔気をつけること〕に着眼させる。</p> <p>○「互いに同じ角度を保って交差点に近づいていて、自分は自動車が見えにくい時」〔20~10m付近で左右をよく見る〕を例示する。</p> <p>○長さを調べる際に三平方の定理が利用できる場合があることを伝える。</p> <p>○時間設定をして校舎の外で考えさせる。</p> <p>○自分の経験や既習の数学知識をもとに書かせる。</p> <p>○図式や言葉他工夫して書くように呼びかける。</p> <p>◆リアル場面に対する自分の考えを書けているか。</p> <p style="text-align: right;">【主体的に学習に取り組む態度】</p> |

※レポート用紙(授業ワークシート)は巻末に掲載する。

6. 授業経過

6-1. リアルな場面を校舎の外で設定する活動

9つのグループを編成して活動した。どのグループも、自転車で交差点に近づいている、そして、右側から自動車も近づいている場面を設定するように呼びかけた。5つのグループは、建物や木などを利用して、自動車も近づいてくる様子が見えにくい場面を設定していた。また、2つのグループは、自転車から自動車への見えやすさよりも、距離間だけに集中して測定していた。さらに、残りの2つのグループは、校舎の外での活動の後に、校舎の中でふだん自分と仲間が歩いてぶつかりやすい場所に行き、その原因の分析と危ない距離間を測定する活動にも取り組んでいた。

## 6-2. レポートの記述

レポート用紙には、自転車で交差点に近づく際に気をつける距離、気をつける行動、自転車から交差点までの距離及び自転車から自動車までの距離を書くように呼びかけた。まず、自転車で交差点に近づく際に気をつける距離は、次の表4のようになった。

表4 自転車で交差点に近づく際に気をつける距離 (全 35 名)

| 気をつける距離 | 人数  |
|---------|-----|
| 12 m    | 2 名 |
| 10 m    | 6 名 |
| 8 m     | 1 名 |
| 7 m     | 3 名 |
| 6.5 m   | 1 名 |
| 6 m     | 3 名 |
| 5 m     | 5 名 |
| 4 m     | 2 名 |
| 3 m     | 4 名 |
| 2.5 m   | 2 名 |
| 直前      | 4 名 |
| 少し手前    | 1 名 |
| その他     | 1 名 |

次に、気をつける行動としては、減速をする、ブレーキをかける、止まれる速度におとす、停止する、徐々に減速する、気配を感じとる、自動車を目で見確認する、耳をすまして音で確認する、左右に顔をふって様子を見る、などの行動が記された。さらに、自転車から交差点までの距離及び自動車までの距離については、9つのグループが図5のような結果でレポートを提出した。

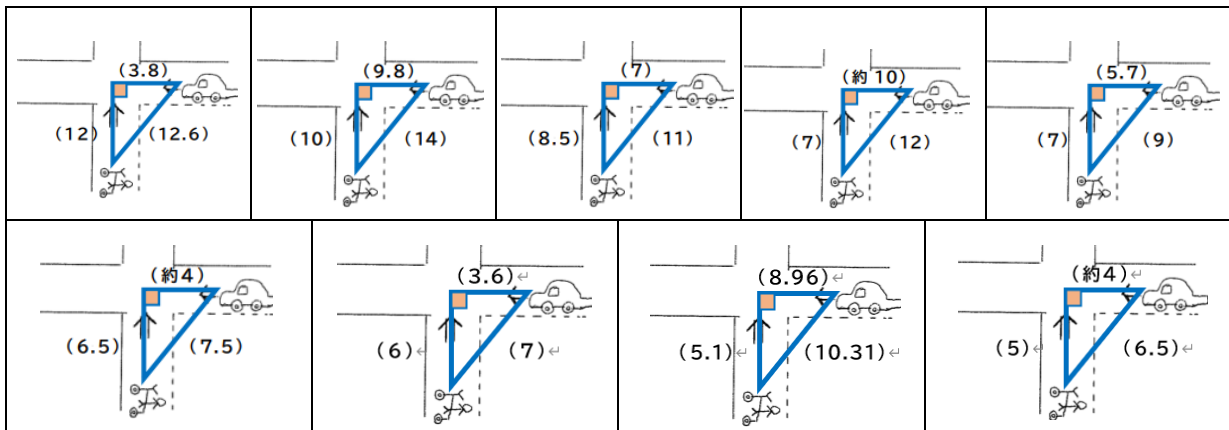


図5 グループ別自転車から交差点までの距離及び自転車から自動車までの距離

## 7. 考察

### (1) 長さを媒介としてリスクに向き合う教材は有用である

中学生にとってのリスクはさまざま考えられる。その中でも中学生がリスクに向き合える授業を構想することが肝要になる。本実践の登下校における自転車通学の一場面は、生徒にとってリアルな場面として受け止められ、主体的にリスクを回避するために考察する行動が見られた。また、自転車から交差点までの距離や自転車から自動車までの距離の測定を活動の中心に据えた。レポートの記述から(表4や図5)、各生徒が「危ない」と感じる距離感覚も多様で、実際にリアルな場面をグループごとに設定して距離を測定したことで、生徒にとっての「危ない」の感覚が、具体的な長さとして実感できたことが窺える。

### (2) リアルな場面設定の要件に「条件を明確にすること」がある

50分の限られた授業時間で、主体的に活動することに加え、今後自分自身どのように行動するかを自覚できるように授業を実践することが肝要になる。作業に入る前に、授業者が設定した場面を生徒と丁寧に共有する時間(図6)をとることは大切であるとわかった。例えば、信号や停止線がない交差点にしても、生徒からすれば見通しを防ぐ障害物があったり、風が強く吹き付けてきたりと状況はさまざまなようである。授業の様子を撮影したビデオ記録から、生徒がさらにリアルな場面を想定して作業に入る様子が窺える。本実践を通して、生徒自身が条件を明確にしてリアルな場面を設定することが、リスクに向き合うことにつながるとわかった。



図6 リアルな場面を授業者と学習者で丁寧に確認する授業風景

## 8. おわりに

学校でリスクに向き合いながら生活を進める実践は実現可能なのか。本研究の目的は、中学生がリスクに向き合える数学科教材を開発することであった。そのために先行研究を考察したうえで、リスクに向き合う数学科授業を設計・実践した。教材は、交通事故や教育上の諸問題にかかわるリスクである「交差点付近での自転車の運転」を開発した。交差点が直交していることに注目して、自転車と自動車との距離や自転車から交差点までの距離をもとに三平方の定理を利用する生徒の登下校を想定した教材である。その結果、生徒はリアルな場面として受け止め、主体的にリスクを回避するために考察して、「危ない」と感じる距離感覚を具体的な長さとして確認できていた。



生徒の登下校の交通手段はさまざまで、各人各様にヒヤリ・ハットした体験があるようだ。本実践のあとに刊行された日本自動車連盟の J A F・Mate 夏号(2023)によると、最悪の結果につながる事故は、信号のない交差点で自転車と乗用車が出合い頭に衝突する場合のようである。本実践では、生徒にとってのリアル度合いを重要視して、信号のない交差点に自転車で近づいている場面を取りあげた。生徒の登下校のほんの一場面ではあるが、本実践がリスクに向き合って生活する意識を高揚させる契機になることを願う。本実践の活動の後半に、校舎内で自分と仲間が歩いてぶつかる別のリスクを考察したグループが見られた。この行動は、リスクに向き合って生活を進めていると捉えられる。



今後は、西村他(2011)によるイングランドの数学科教材開発の視点を取り入れるなど、リスクに向き合う数学科教材をさらに開発していきたい。

### 【引用・参考文献】

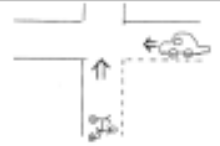
- 国立教育政策研究所(2022),『令和4年度全国学力・学習状況調査報告書』。
- 木下富雄(2016),「リスク学と確率論の狭間で」,『行動計量学』,第43巻第1号,5-12。
- 新村出(1994),『広辞苑第四版』,岩波書店。
- 科学技術・学術審議会～研究計画・評価分科会～安全・安心科学技術委員会(2011),『安全・安心科学技術に関する重要課題について』。
- 楠見孝(2013),「科学リテラシーとリスクリテラシー」,『日本リスク研究学会誌』,第23巻第1号,29-36。
- 町田彰一郎(2014),「Riskを捉え、Riskに対処できる市民の育成をめざす学校数学」,『日本科学教育学会年会論文集』,第38巻,177-180。
- 天野秀樹(2016),『広島大学附属東雲小学校・中学校東雲教育研究会実施要項』,61。
- 藤井齊亮・天野秀樹ほか(2017),『新しい数学1』,平成29年文部科学省検定済,東京書籍。
- 石橋一昂(2018),「リスクリテラシーの育成に向けた確率に関する教育内容の研究」,『数学教育学研究』,第24巻第2号,1-9。
- 裕元新一郎(2021),「リスク社会における数学教育の貢献のあり方」,『日本科学教育学会年会論文集』,第45巻,365-368。
- 日本自動車連盟(2023),『J A F・Mate』,第61巻第3号,32-33。
- 西村圭一・山口武志・清水宏幸・本田千春(2011),「数学教育におけるプロセス能力育成のための教材と評価に関する研究ーイギリス「ポーランド数学」の考察ー」,『日本数学教育学会誌』,第93巻第9号,2-12。

〔参考〕 レポート用紙 (授業ワークシート)

## レポ ー ト - 交 差 点 付 近 での 自 転 車 の 運 転 -

3年2組 名 前( \_\_\_\_\_ )

【 Q 】 自分が自転車で直交する交差点付近に差しかかっています。  
右側の道から自動車が交差点の中心に近づいてきています。  
あなたができるリスク対応について、レポートしなさい。



※交差点・・・信号や停止線はない]車線, 見通しを多少防ぐ木が立っている。  
※自動車・・・30km/h で進んでいる(時々ブレーキをかけても急には止まらない)。

〔 memo 〕



### レポ ー ト - 交 差 点 付 近 での 自 転 車 の 運 転 -

〔 想定する場面 〕 例: (互いに同じ角度を保っていて) 自動車が見えにくい時

〔 気をつけること(リスク対応) 〕 例: 15m 付近で減速しながら左右をよく見る

