

論文

算数科におけるリスク社会に対応した授業研究 —小学校第5学年「安全に避難できるのどのルート」の分析—

高山 新悟^{*1}, 松元 新一郎^{*2}

(^{*1} 静岡大学教育学部附属浜松小学校, ^{*2} 静岡大学)

Lesson study corresponding to the risk society in mathematics

-Analysis of "Which route is safe to evacuate?" for 5th Grade Elementary School Students-

Takayama Shingo^{*1}, Matsumoto Shinichiro^{*2}

Abstract

The purpose of this research is to examine how mathematics education should contribute to the risk society through class practice. Therefore, we developed a class for 5th graders called "Which route is the safest way to evacuate?" "Based on the actual class and the activities of the students, we clarified three suggestions when dealing with risks in mathematics classes.

- 1) It is important to idealize and simplify to set hypotheses and variables after comprehensively discussing the risk so that it becomes a matter of personal concern for the students.
- 2) It is important not only to collect actual data centered on students activities, but also to provide support that makes them aware of data management.
- 3) It is important for students and teachers to understand that the method of risk avoidance (conclusion) may change depending on which variable is emphasized.

キーワード： リスク リスクマネジメント 数学教育 避難経路 割合 速さ 人口密度

1. 本研究の目的と背景

近年、東日本大震災や西日本豪雨に代表される自然災害、今なお変異をし続ける新型コロナウイルス感染症(COVID-19)、コンピュータウィルスによる情報漏洩など、様々なリスクが発生している。静岡県においても、熱海市では 2021 年に土石流災害が、藤枝市では 2022 年に竜巻災害が発生しており、児童・生徒の身近な所にも様々なリスクがある。このようなリスク社会において、算数・数学の果たす役割は大きい。

本研究の目的は、リスク社会における数学教育の貢献のあり方について、授業実践を通して検討することである。

数学教育におけるリスクの実践研究として、久保(2016)の「飛行機の運航」(航空会社の立場に立ったリスクの検討)と久保他(2017)のプロ野球「トリプルスリー」(選手の立場に立ったリスクの検討)があるが、この2つの実践に共通しているのは、他者のリスクを検討していることである。そこで、本研究では、自分事となるリスクについて、既習の算数・数学を用いながらリスクを検討する実践例を開発することが大切であると考えた。なお、リスクの概念は専門分野によって異なり、一義的に規定することは難しい。そこで、本研究では、「まだ発生していない災害(変化)に対する確率的な発想に基づく予測であること、次いでそれは確率的な発想であるから、その表現は1か0か、安全か危険かという2項対立的な区分ではなく、程度を含む定量的・定性的な表現で理解されること」(木

下, 2008, p.10) と捉えることとした。

2. 研究の方法

児童・生徒が自分事となるリスクについて、既習の算数・数学を用いて検討してリスクを評価する授業を開発する。開発した授業の構想に基づいて、ISO3100 のリスクマネジメントプロセス(図1: 日本品質管理学会・野口, 2009)の枠組みを援用して、授業の実際と児童の活動を示し、考察を行う。

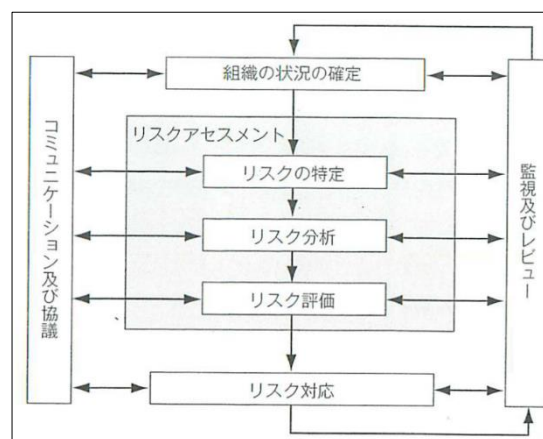


図1 ISO3100のリスクマネジメントプロセス
(日本品質管理学会・野口, 2009, p.45)

3. 授業の構想及び授業の実際と児童の活動

(1) 授業の構想

楠見は、「リスクリテラシーとは、(a) リスクに関わ

る情報をマスメディアなどから獲得し、理解する能力、(b) リスクの低減に関わる政策や対処行動の理解、(c) リスクに関わる意思決定や行動である」(楠見, 2013, p. 33) と定義し、図2で示すように、「科学リテラシーの一部である科学的方法論・科学的情報の見方、それと関わるリスク情報を読み取るための統計(数学)的リテラシー、そして、新聞、テレビなどのメディアから伝えられる情報を正しく理解し、適切な行動をするためのメディアリテラシーによって支えられている」(楠見, 2013, p. 33) と関係を記している。そこで、本研究では、楠見のリスクリテラシーの(b)に関わる教材を開発する。

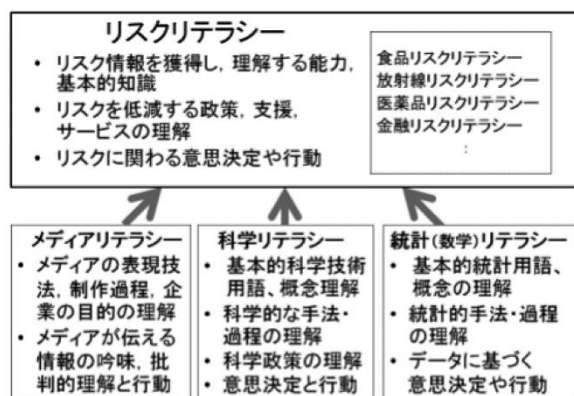


図2 リスクリテラシーを支えるメディア、科学、統計リテラシー (楠見, 2013, p. 32)

実践校では、年に数回避難訓練を実施し、実際に災害が発生した際の避難方法について確認し、防災意識の啓発を促している。2021年度は、2度実施し、地震や火災が発生した際の一次避難及び二次避難について訓練をしてきたため、児童の防災意識は高い。ただし、実際に地震や火災が発生した際に、クラスごとに決められた避難経路に従って避難することが本当に安全なのかについては、検証の余地が残る。そこで、この問題について、算数・数学を用いて客観的に考察することが、児童のリスクリテラシーを高める契機になると考えた。具体的には、現行の①東階段→昇降口→運動場(東ルート)、②非常階段→運動場(中ルート)、③西階段→給食室→運動場(西ルート)3つのルート(図3参照)のうち、どのルートがより安全かを既習の算数を用いて検証していく。児童からは、避難時間を短くするために最短経路を検証する案や、避難者が密集にならないように人口密度や出口の面積を検証する案など、様々な案が出されることが想定される。ここでは、オープンエンドな問題となるので、教師がファシリテーターとなって、前提条件や取り扱う変数等をコントロールしながら、「安全な避難」という視点から考えさせる設計にした。

(2) 授業の実際と児童の活動

国立大学附属小学校第5学年児童35名に対して、

令和4(2022)年3月に3時間扱いで実施した。この時点で、第5学年の算数の指導はすべて終了している。

①第1時(問題の共有、前提条件の設定、変数の想定；リスクアセスメント「リスクの特定」の活動)

南海トラフ地震に関する国土交通省の資料(想定される震度や想定される被害、ハザード等)や新聞の記事(例えば、南海トラフ地震の発生確率)を提示し、地震対策として自分たちにできることを考えさせた。児童からは、「防災グッズを買っておく」「常に備えを万全にする」等の意見が出た。そして、防災をキーワードに、学級の避難経路を問題の焦点としていった。

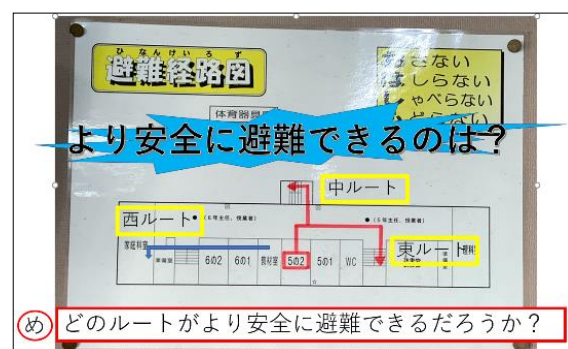


図3 5年2組の避難経路(文字は授業者が追記)

図3のように、当該学級の避難経路は中ルートと東ルートの2パターンあり、西側と東側が出火しても対応できるようになっている。そこで、西ルートの避難経路を追加して、地震が起こった場合は、どのルートで避難すればよいのかを、単元の問題として投げ掛け、算数を使って検証していくことを共有した(児童には、「どのルートがより安全に避難できるだろうか?」という問題として伝えた)。児童からは、「もし道が塞がったら・・・」「他のクラスが非常階段(中ルート)で降りるなら・・・」等、設定条件に関する意見が挙がると共に「何秒(時間)で(解決して)いける」「あと、道のりや速さ(で解決できる)」「人口密度(でも結論を導き出せる)」といった、問題の解決に必要な意見が挙がった。その上で、現時点での結論とその根拠を考えさせたところ、表1の通りになった。

表1 第1時での児童の結論と主な根拠

東ルート	5人	西には6年生がいるから、東の方が混みにくい。
中ルート	26人	5年2組の教室に近い。火事になりやすい部屋から遠い。運動場に近い。
西ルート	4人	皆が東や中ルートで避難すると考えるから、逆に人がいない。

ただし、「状況によって変わる」「検証してみないと分からない」等の理由で結論を出していない児童がいた。

次に、「ひびわれしていたら…」 「火事が起きていたら…」などの意見が多く挙がったので、算数科で問題を解決するという前提のもと、条件に関する設定を全体で確認した(図4)。ただし、「みんなの速さが平等か?」という前提条件に関する意見に対しては、各ルートの階段幅やルートを利用する人数によって異なることから、自分たちで設定することとした。

○火事は起きていない!	○けが人...
○上ぐつのまま避難	○0:10の地震
○運動場の真中に避難	○天気は☀
○全校みんな避難	○震度は同じ
○みんながクラスで授業	
○ひび割れくずれ◎	
○欠席○(+1)	

図4 合意形成した前提条件

前提条件を合意形成した後、問題の解決に必要な変数で、検証が可能なものについてグループで話し合い、全体で共有した(資料1)。ただし、「道のり」の検証については、誤差が生じやすいため、授業者が計測することを共通理解した。

- | | |
|---------------|---------|
| ・運動場までの道のり | ・速さ |
| ・避難にかかる時間 | ・人口密度 |
| ・階段の段数の高さ | ・全校生徒数 |
| ・他のクラスと出会う確率 | ・曲がり角の数 |
| ・他のクラスと出会う割合 | ・出口の幅 |
| ・スピードが落ちる場所の数 | |
| ・全クラスの逃げる方向 | |

資料1 児童から挙げた変数

ストップウォッチが3個ほしいです。多分中ルートが一番早く運動場に行けると思います。でも実際に地震が発生したら、ひびわれや障害物も出てくると思うので、そのときの状況によると思います。

僕たちは3つのルートで運動場の器具庫に行ってから運動場の中心に行くのにかった時間をひくことにしました。また、4回行い平均を求めて正確な記録を出します。

資料2 第1時の児童の振り返り

最後に、検証したい変数ごとに、グループを編成し、次時の検証の計画や分担、検証に必要なものを話し合った。資料2は、児童の振り返りである。中ルートが問題に対する結論であろうと推測している。また、全体で前提条件を合意形成したが、ひび割れや障害物など、実際の避難を想定して考えたり、正確な数値を得

るために、複数回検証をして、その平均を求めたりしようとしていることが分かる。

②第2時(グループ活動による避難経路の検証; リスクアセスメント「リスクの分析」の活動)

第1時の計画を基に、グループごとに検証を行った。例えば、人口密度を検証するグループは階段幅から人口密度を計算したり(写真1)、階段の段数を検証するグループは階段の段数を測ったり(写真2)、時間を検証するグループは運動場まで避難する時間を計測したりした(写真3)。検証の後、検証結果から導き出した結論とその根拠を1枚の画用紙にまとめた(資料3)。



写真1 階段幅から人口密度を計測するグループ



写真2 階段の段数を数えるグループ



写真3 避難に要する時間を計測するグループ

東ルート			
＜バランダー無＞		＜バランダー有＞	
中	(約) 66%	(約) 66%	
東	50%	(約) 33%	
西	50%	(約) 41%	
＜先玉方から＞			
＜バランダー無＞		＜バランダー有＞	
中	(約) 33%	(約) 33%	
東	25%	(約) 8%	

資料 3-1 「出会う確率」の検証結果

中ルート			
6-2---西	4-2---西	2-2---西	
6-1---西	4-1---西	2-1---西	
5-2---中	3-2---中	1-2---東	
5-1---東	3-1---東	1-1---東	
上のルートをたどる 使う人数(人口密度)			
東ルート	1mあたりに0.6人		
中ルート	1mあたりに0.5人	少ない ゆえに	
西ルート	1mあたりに0.47人 (17万3500人とする)		

資料 3-4 「人口密度」の検証結果

中ルート	
東ルート	$(91+107+79+78) \div 4 = 88$ 約88秒
中ルート	$(44+42+39+45) \div 4 = 42$ 約42秒
西ルート	$(102+105+165+97) \div 4 = 102$ 約102秒

資料 3-2 「かかる時間」の検証結果

中ルート	
中ルート	$77.4 \div 35 = 2.211 \dots$ A. 約2.2m/秒
東ルート	$123.3 \div 97 = 1.2711 \dots$ A. 約1.3m/秒
西ルート	$108.9 \div 141 = 0.7723 \dots$ A. 約0.8m/秒

資料 3-5 「速さ」の検証結果

場所	段数	スピードが落ちる数	割合
東ルート	46	7	0.15 15%
中ルート	50	6	0.12 12%
西ルート	46	7	0.15 15%

資料 3-3 「曲がる回数」の検証結果

東ルート	
東ルート	勾下=180cm 階段の横幅=約2m
中ルート	勾下=77.7cm 階段の幅=91.5cm
西ルート	勾下=182cm 全道の前の横幅=310cm

資料 3-6 「道の幅」の検証結果

中ルート			
ルート	段数(段)	高さ(cm)	高さ(分)
東	46	約16	7736
西	50	約15.5	776
中	46	約16	7736

東	段数 46	段 1月勝
高さ 約16	cm	
式 $46 \times 16 = 736$		

西	段数 46	段 1月勝
高さ 約16	cm	
式 $46 \times 16 = 736$		

中	段数 50	段 1月勝
高さ 約15.5	cm	
式 $50 \times 15.5 = 775$		

資料 3-7 「段数」の検証結果

1つのグループが時間内に終わらず、休み時間を利用して作成した。授業の残り5分で、ワークシートに振り返りをした(資料4)。グループ内での結論は導き出したが、他の変数によって結論が変容する可能性を認識している。

検証をして、グループで話し合ったことをふまえて、今の思いを振り返ろう。	
現時点での結論...	中 ルート
かかる時間は中ルートが一番早かったので中ルートになりました。でもかきやみ口み程度によて変わるのだからなと思います。中ルートはコンクリートじゃなくて鉄なので割れにくい気がするけど西東ルートは校舎にしっかり付いているのでたおれにくいからそれにくいと思います。	

資料 4 第2時の児童の振り返り

③第3時(検証結果にもとづく最終的な結論の導出；リスクアセスメント「リスクの評価」の活動)

第2時の検証結果をもとに、最終的な結論を導出した。具体的には、1)グループごとに、検証の結果から導き出した結論とその根拠の発表をする(写真4)、2)各グループの検証結果をもとに、個人で結論を考える(表2)、3)少人数で、結論について意見交流をする、4)全体で、結論について意見交流をする(写真5)、5)最終的な結論を、個人でワークシートにまとめる、という授業の流れで進めた。



写真 4 グループごとの結論の発表の様子

表2は、2)各グループでの検証結果をもとに、個人で結論を考えた際の、児童の結論と主な根拠をまとめたものである。第1時の集計に比べて、児童の結論が多様になったこと(例えば、「中ルート又は東ルート」「答えはない」といった結論が出た点)が、変容点として挙げられる。

表2 第3時(前半)での児童の結論と主な根拠

東ルート	7人	階段幅が1番長いから安全。道幅が広いと一気に避難できるから。
中ルート	18人	多くのグループの結論が「中ルート」となっているから。運動場までの所要時間が1番短いから。
少し西ルート	1人	逆に人がいないと思うから。
中ルート又は東ルート	5人	西ルートは全体にない。「中ルート」と「東ルート」と結論づけたグループが多いから。
答えはない、全ルート	10人	速さで考えると「中ルート」となり、道幅で考えると「東ルート」となり、場合によって異なるから。

授業の後半では、国土交通省の避難シミュレーションの報告を紹介し、国も同様の検証をしていることを伝えた。以下は4)全体での意見交流における発話記録を記す。



写真 5 全体での意見交流の様子

T:どのルートで避難すれば、いいのかな。

C1:ぼくたち(のグループ)は、中ルートにしました。

理由は、人口密度の班(の検証結果)から、中ルートが一番空いていると分かったし、地震はやっぱり時間が命なので、最初に来る揺れと、後にくる揺れの間に必ず運動場に逃げないといけないので、やっぱり一番時間が速い中ルートがいいと思いました。

C2:疑問が生まれたんですけど、今回安全に逃げるというテーマで、安全を速さでみるなら、中ルートから行かなきゃいけない。で、東ルートの方が安全には安全なので、安全がスピードじゃなくて、何もけがをしない、というなら東ルートだと思い

ます。

C3：ひび割れや崩れはないという前提条件だから、より安全には、速さじゃないの。

C4：前提条件って、ひび割れ崩れがなし、っていう条件から、道のりを最優先として中ルートを考える意見もあったんだけど、階段の幅の資料で、東ルートが一番長くて安全というところから、階段の幅が一番広い東（ルート）。あと、出会う確率から、混むっていうことは、逆にかかる時間の資料だって、混めばどんなに速かったとしても、出会う確率が高いと、速く避難するのは難しい。ちょっと変な考え方なんですけど、逆に安全、っていう意見で、中ルートがたぶん（結論として）出てるじゃないですか。だから、安易に中ルートにたぶん逃げる人が多いから、ある意味東ルートが安全になるんじゃないかと思います。

C5：だったら、一番（結論として）挙がってない、西ルートも（結論として）あると思う。

C6：私は、C2さんの班と同じで、私たちの班は、東（ルート）と中（ルート）という2つの意見が出たんですけど、道のりはまた別（の考え）として、（避難に）かかる時間とか速さを見たときに、一番速く逃げるのが中ルートだというのは、みんな分かると思うんですけど、でも東（ルート）は、速さが2位で、でも結構惜しいところまで、っていうか、いい線いってると思うんです。でも、私たちの中で、西（ルート）っていうのは、始めに（結論として）ないってなったんです。なんでかっていうと、先生の（検証した）道のりっていうのがそうなんですけど、全部の条件を合わせたときに、全体的に遅い人が歩いたら、基本的に道のりってあんまり関係なくなっちゃうんじゃないかって思うんです。だから、一番重要になってくる（検証結果）とかそういうところになったんですけど、西（ルート）は（結論として）ないから、東（ルート）か中（ルート）ということになったんですよ。

T：次は？

C7：2つ根拠があるんですけど、まず中（ルート）だと思いました。一つ目の理由なんですけど、人口密度を見ると、中（ルート）が一番安全に混みにくく速くいけます。または、スピードが落ちるところが少ないというところも大事だと思いました。もう一つの理由が、道のり、かかる時間、速さの最重要の3点が、中ルートと言っていることから、中ルート（が結論）だと思いました。

C8：僕たちは、（グループで話し合った中で）3つ結論が出てしまったので、一つずつ紹介していきます。まずは、やっぱり中（ルート）。ここら辺（中ルートを指示した友達）と似てるんですけど、道

のり、人口密度、速さをもとに考えると、中ルートが一番安全だと思います。一番速くなります。で、もう一つの結論、東ルートなんですけど、安全性が高いってことで。もう一個は、全ルートっていう意見がでました。これは、考え方によって答えが違うから、今回は条件（図4）があるから、こんな感じになってるんですけど、もしひび割れとかあったら、変えなきゃいけないし、西ルートが逆に安全じゃないか、って思いました。

T：安全性が高いとなんで東（ルート）になるの？

C9：（階段の）幅が広いから。転ぶ人がいないから。

C10：ひび割れとか、ないのは分かってるけど・・・

T：気になってるのね。じゃあどこにすればいいの。

C11：とにかくその時々でパターンを変えて、一番安全なところを察知して逃げれば良いと思う。

C12：答えはない。

C13：答えはない、の付け足しなんですけど、何を重視するかによって、変わってくるんですけど、一番最初、このめあて（どのルートがより安全に避難できるだろうか？）を始めるときに、一番重視されたのは、まず道のりと、時間と速さが、入ってたんですけど、それを重視するのって、だいたいそれは速さなんですけど、本当の安全っていうのは、他のクラスと出会う確率と人口密度で、そっちを重視することによって、本当に安全になるので、どっちを重視するかを、ちゃんと決めたいなと思いました。

T：何が最重要なの。

C14：速さと道のりと、かかる時間。

T：それなら、絶対中ルートだけど、困っちゃっているのは、なんでなの。

C15：安全。道幅が狭くて、転んじやったりする人が少ない。

C16：他のクラス（の友達）とかも、逃げてこない。

C17：その時々によって、的確な判断をすればいいと思います。

C18：賛成。

C19：対策としては、例えば、中ルートに近い、5の2、5の1。的確な判断をすると、中ルートに逃げる。だから、両方とも逃げると混んでしまう。だから、的確な判断をすればいいとも限らない。最初から、（リスク等は）だいたい同じなんだから、決めちゃえばいいと思う。

C20：答えはない、っていうのは、もう（最初に）条件（図4）は揃えてあるのであって、図書室で地震が起こるとかはないはずだから、今出たデータも基本そこで考えている暇はないと思うので、答えがないっていうのは、まずないと思う。

C21：ぼくは、C19の決めといた方がいい、という意見に賛成します。地震って経験したことないけど、

いつもと違う状況なので、パニックすると思うから、絶対決めておかないと、今どっちに行けばいいんだろうとか、わざわざ見に行行って行き止まりだったから向こう（のルート）とか、言っている時間がない。一か八かで（結論を）決めちゃった方がいい。

C22: C12と同じで、答えがないと、パニックすると思うか、前に保健の授業でも習った通りに、自動車が停まれるまでに、22mで、その半分は、見るまでみたい、どうすればいいんだろうみたいな考える時間が、そこを省くんなら、一通りに決めといた方がいい。

T: 国土交通省の避難シュミレーションの解説

T: 最終ジャッジをしよう。

C23: 私は、やっぱり最初から同じで中（ルート）でした。でも、C8さんの意見と同じで、オリンピック（9月に実施した「帯グラフと円グラフ」の単元の研究授業）の時と同じで、答えはないと思ったんですが、もう一回全部を見通してみても、私が気になったのは、人口密度で、西（ルート）がやっぱり一番多くて、中（ルート）が一番少なかったの、中（ルート）が一番速いんじゃないかと思いました。

C24: 僕も、C23と同じで中ルートなんですけど、そこ（黒板、写真5）の条件に書いてあるんですけど、距離としても、中ルートの方が速いし、速さとしても、中ルートが速いし、さらに、その条件に運動場の真ん中に避難、って書いてあるんですけど、もう（階段を）降りたら、一直線に進めるし、もし中ルートが混んだとしても、中ルートが一番近いのは、この5年2組なんで、5年2組が先頭になるんで、まず混んで遅くなるのは、5年2組はないと思います。

C25: 私は、東ルートだと思って、C24が言った中ルートにするっていうのは、そうだと思うんですけど、5年2組がスムーズに行ったら、他のクラスがい

けなくなるんで、5の2が混まない東ルートから逃げた方がいいと思います。

C26: 僕は最終的に中ルートになって、建物の崩壊という可能性があると思うので、そうするとやっぱりいち早く外に逃げた方がいいので、一番近い中ルートというのと、東ルートに行ってるとその間に、なんか誰かがけがでもしたらやっぱり時間もかかっちゃうので、一番速く外に出られる中ルートがいいと思いました。

授業の終末に、ワークシートに振り返りをした。実際に地震が起きた時に、避難ルートを設定しておくべきだという認識のもとで、結論を導き出している（資料5）。なお、振り返りの記述の視点として、「算数がどう役立ったか」「算数の限界」を提示した（最終の板書は写真5参照）。

感じたこと、困ったこと、伝えきれなかったこと、これからこうしてみたい など
最初「絶対に中？」と決めていたけど、いろいろみんなの意見を聞いて東、西の確率もあるのでは？と思いました。「中ルートに行ける人多いと分るから安全なのかな？」いや、たぶん近いから中ルートだよ、のようにグループでもめていたけど「考え、分らない」とりし思いました。オリピックの分らない？と考えると理奈さんの意見が頭の中に横切りました。地震は本当に起きた時に逃げるルート

見つけなくて、意味がない。あ？そうだなと思い結果、近くて、こまない中ルートたなとあらためて分かりました。算数の限界は、条件がないと？が必ず出てくると知りました。

資料 5-1 第3時の児童の振り返り①

感じたこと、困ったこと、伝えきれなかったこと、これからこうしてみたい など
ホワイトボードの条件だ。たら速くてかかる時間が短くて色々な方法で調べた中で一番良かった中ルートがいいと思います。対久生などは算数では求められないと思います。最初から中ルートが一番いいと思、ていたけど人口密度や階段の人の人数でも中ルートが一番いいという結果になったのはおどろきました。他のやつも考えてみたいです。

資料 5-2 第3時の児童の振り返り②



写真 5 第3時の板書

4. 考察と今後の課題

(1)考察

①第1時（問題の共有、前提条件の設定、変数の想定；リスクアセスメント「リスクの特定」の活動）

南海トラフ地震の資料の提示により、児童の多くが高い防災意識を持っていたために、自分たちの教室からの避難経路について自分事として考えていた。このことは、「もし道が塞がったら」「他のクラスが非常階段（中ルート）で降りるなら」など、避難ができない場合や避難にかかる時間に影響する変数を考えていることから分かる。このように、リスクを特定する際に、「様々なリスクを包括的に把握することが必要」（日本品質管理学会・野口,2009,p. 58）である。また、避難経路の問題を算数で解決するために、授業者は児童からの意見を基にして条件に関する設定や変数を特定することを行っている（図4）。これらは、社会の現象を算数・数学の対象に変える際に、仮定をおいたり、変数を取り出したりしているといえる（長崎, 2000）。このように、リスクを算数・数学の授業で扱う際には、児童・生徒にとって当該のリスクが自分事になるように包括的に議論した上で、仮定や変数の設定を行うための理想化・単純化する過程が大切である。

第1時の振り返りの記述において「僕たちは3つのルートで運動場の器具庫に行ってから運動場の中心に行くのにかった時間をひくことにしました。また、4回行い平均を求めて正確な記録を出します。」という児童があり、収集したデータの管理に意識が向いている児童もいる。このように、リスクを算数・数学の授業で扱う際には、児童・生徒の活動を中心において実際のデータを収集するだけでなく、データの管理に意識が向くような支援が大切である。

②第2時（グループ活動による避難経路の検証；リスクアセスメント「リスクの分析」の活動）

児童は、問題（どのルートがより安全に避難できるだろうか？）に対する結論を出すための根拠となる変数の測定作業や計算などをグループごとに行ってまとめた。各グループが着目した内容を見ると、「他のクラスと出会う割合」「避難にかかる時間」「曲がる回数と割合（避難のスピードが落ちる割合）」「避難経路の人口密度」「避難のときの速さ」「避難経路の道幅」に着目している。既習である異種の量の割合（速さ・人口密度を含む）を活用してリスクの高低を判断しようとする態度が見られる。

また、人口密度を検証する班の記述には、「（他のクラスが）上のルートを行ったとする」と、5年2組以外クラスの避難ルートを仮定している（資料3-4）。同様に、速さを検証する班の画用紙には、「全て普通に歩いた速さ」と記され、検証に扱う速さは一定と仮定している。児童は、検証に当たって、第1時で合意

形成した前提（図4）以外の変数が生成された際には、自らで判断し、数値化し、算数科の中で問題を解決しようとしている。このことから、リスクの分析の活動においても、算数・数学の問題として解決するために、多様な仮定を付加して、理想化・単純化していることが分かる。

③第3時（検証結果にもとづく最終的な結論の導出；リスクアセスメント「リスクの評価」の活動）

第1時での結論（表1）に比べ、第3時での結論（表2）が多様なものへと変容している。結論を導く際に、児童は、多面的に考察したり、多様なデータの中からより重要視するものを選択したりすることが分かる。

また、各グループの発表をもとにした全体での意見交流において、多くの発言を得た。教材開発の段階では、（2013）のリスクリテラシーの「(b) リスクの低減に関わる政策や対処行動の理解」を中心に授業を構想・実践したが、第3時の特に後半では収集したデータを基にして「(c) リスクに関わる意思決定や行動」に関わる議論が行われていることが分かる。C2の「今回安全に逃げるというテーマで、安全を速さでみるなら、中ルートから行かなきゃいけない、で、東ルートの方が安全には安全なので、安全がスピードじゃなくて、何もけがをしない、というなら東ルート」や、C13の「そっちを重視することによって、本当に安全になるので、どっちを重視するかを、ちゃんと決めたいなと思いました」については、自らの意思決定や行動にあたってどの変数に重きを置くかに関わる発言である。このように、リスクを算数・数学の授業で扱う際には、どの変数を重視するかによってリスクを回避する方法（結論）が変わる可能性があることを児童・授業者双方が理解することが大切である。

(2)今後の課題

第1時において、算数科で問題を解決していくための前提を設定した（図4）が、数名の児童が、「ひび割れや障害物が出てくる」（資料2）「中ルートはコンクリートじゃなくて鉄なので割れにくい」（資料4）など、地震による障害物や校舎の耐久性といった算数科では検証しきれない内容を結論の根拠としていた。本研究で扱うリスクについて、算数・数学科で解決できる理想化・単純化されたものとするのか、教科の枠を越えて児童・生徒に解決させていくものとするのか、検討が必要である。

また、本実践をさらに精緻に分析して、算数・数学の授業におけるリスクに関わる実践を行う際に必要な能力を特定していくことが大切である。さらに、中学校・高等学校の実践と比較検討をして、児童・生徒の発達段階に応じた能力の育成について明らかにしていきたい。

追記

本研究は、JSPS 科研費 22K02518（研究代表者：栢元 新一郎）の助成を受けて行った。

本稿は、日本科学教育学会 第 46 回年会の発表論文 (pp. 502-505) を加除修正したものである。

引用・参考文献

木下富雄 (2016). リスク・コミュニケーションの思想と技術. ナカニシヤ出版.

久保良宏 (2015). 数学教育における批判的思考の具体化に関する一考察—大学生の考え方の様相に着目して—. 日本数学教育学会秋期研究大会発表集録, 48, 51-54.

久保良宏・菅原大・松田遥 (2017). 「批判的思考」とその背景にある「リスク」の具体例—プロ野球「トリプルスリー」の新聞記事を批判的にみる授業から—. 日本数学教育学会秋期研究大会研究集録, 50, 59-62.

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, 23(1), 29-36.

<https://doi.org/10.11447/sraj.23.29>

栢元新一郎 (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, 45, 365-368.

https://doi.org/10.14935/jssep.45.0_365

栢元新一郎・高山新悟(2022). リスク社会に対応した算数・数学科における授業実践—小学校第 5 学年「安全に避難できるのはどのルート」の分析—. 日本科学教育学会年会論文集, 46, 502-505.

長崎栄三 (2000). 社会・文化とつながりをもった算数・数学科のカリキュラムの構築. 日本数学教育学会数学教育論文発表会論文集, 33, 13-18.

日本品質管理学会・野口和彦 (2009). リスクマネジメント 目標達成を支援するマネジメント技術. 日本規格協会.