

社会的なリスクの文脈で算数・数学を活用する力の学年横断的な実態

ーリスク群と慎重群の比較を通してー

松元新一郎 塩澤友樹 村越真 青山和裕 川上貴
 (静岡大学 芝浦工業大学 静岡大学 愛知教育大学 宇都宮大学
 國宗進 久保良宏 藤原大樹 杉山篤史
 元静岡大学 元北海道教育大学 鳴門教育大学 静岡県教育委員会)

A Cross-Sectional Study of Students' Ability
to Use Mathematics in Social Risk Contexts

Through a Comparison of Risk-Taking and Cautious Groups

Matsumoto Shinichiro Shiozawa Yuki Murakoshi Shin Aoyama Kazuhiro Kawakami Takashi
 Kunimune Susumu Kubo Yoshihiro Fujiwara Daiki Sugiyama Atsushi

Abstract

The purpose of this study is to classify students into “the risky group” and “the cautious group” based on a risk-taking group assessment survey, to investigate the cross-grade-level realities of their ability to apply mathematics in social risk contexts, to clarify differences in cross-grade-level tendencies between the groups, and to obtain implications for instructional approaches. A survey targeting students from elementary to high school was developed and administered. After classifying students into the risky group or the cautious group, three social context topics (number of infected people/deaths, intersections, and bicycle accidents) from the survey were selected and analyzed across grade levels. The results revealed the following: 1) In the risky group, the ability to apply mathematics in risk situations increases with grade level, whereas in the cautious group, this ability does not necessarily increase in some risk situations. 2) Students in both groups, across all grade levels, demonstrate insufficient ability to make intuitive or approximate judgments about risk using mathematics. Based on the analysis of the research questions, two specific strategies for improving instruction were derived.

キーワード：リスク，社会的，算数・数学を活用する力，リスク群と慎重群，学年横断的な調査

1. 研究の背景と目的

東日本大震災に関わる原発事故や新型コロナウイルス感染症等の社会的な根幹を揺るがすリスクだけでなく、交通事故や食中毒等の身近に起きるリスクに私たちは囲まれている。このようなリスク社会において、被害予測モデル(宍倉他, 2012)や感染の数理モデル(西浦他, 2021),そして、道路に速度抑制のために設置したバンプの効果についての統計的分析(大橋, 2021)等、数学(以下、統計を含む)は陰に陽に貢献している。ベック(1998)は「危険の意識の根源は現在にあるのではなく、未来にある。」(p.47)と述べているように、今後起こり得る事象であるリスクに対して数学的に考えることは有力な武器となりえる。

数学教育におけるリスクの先行研究として、町田(2014)は、リスクを表現する言語としての数学の教育として、数学に閉じこもるのではなく社会との関わりや他教科との関わりで捉えることを述べ、「数量の関係の把握(リスクの認識)」「統計教育(リスク管理)」「言語としての数学(リスクの見える化)」の重要性について述べている。久保(2016)は、数学教育で批判的思考を育成するべきというという文脈において、「リスク」に着目することが重要であると述べ

ている。石橋(2018)は、リスクリテラシーの育成を意図した確率内容の同定とその配列の決定を目的とし、教育内容として期待値・期待効用・決定木を組み込むことを提案した上で、知の構造に関連付けて教育内容の配列について提案している。松元らはリスクに対する確に判断・行動するためには算数・数学を活用することが重要であるという立場に立ち(松元, 2021; 松元他, 2023), 数学教育におけるリスク教育の国際的な動向調査(松元, 2024), 小中高の教科書分析(峰野, 2023 他), 小中高の授業研究(牧之段, 2023; 藤原, 2024; 富田, 2024 他)等を行っている。

また、問題場面に対して学習者のメンタル的な価値観が数学の問題解決に影響する先行研究として、感情が数学の達成度に影響する研究(Schoenherr et al., 2025)や、感情と動機付けが数学の学習と達成度に与える研究(Schukajlow et al., 2023)等がある。また、Elfringhoff・Schukajlow(2021)は、現実事象の問題を数学的にモデル化する際の生徒の状況的関心を調査し、文脈に関する感情が主要な役割を果たしていることを明らかにしている。以上から、算数・数学でリスクを扱う授業づくりに向けて、リスクに対して算数・数学で取り組むことに対する児童生徒の考え方(態度)や行動意識、

また、児童生徒が様々なリスク場面で算数・数学を活用して対処できるかどうか把握することが大切である。

さらに、数学教育の「算数・数学を活用する力」に関わって、数学的モデリングを始めとする多くの先行研究で、算数・数学を活用する力と社会をつなげる試みが実践されてきた（例えば、長崎他 2004；西村・長崎，2008）。児童生徒が社会で適切なリスク行動を取れる姿を理想とすると、特に社会的なリスク（事故や災害等）の文脈で児童生徒がどのように算数・数学を活用できるのか、その実態を明らかにする必要がある。

このような現状に対して、筆者らは学校教育段階の児童生徒を対象にした「リスクに対して算数・数学で取り組む態度に関わる調査（以下、リスク態度調査）」、実生活におけるリスク行動への志向性を明らかにする「リスク群と慎重群に分ける調査（以下、リスク群判定調査）」、「リスク場面で算数・数学を活用する力に関わる実態調査（以下、実態調査）」を開発して調査を実施し（詳細は第2章参照）、1次分析の結果を報告している（例えば、松元，2025）。しかし、社会的なリスクの文脈での算数・数学を活用する力に焦点化して、リスク群と慎重群に分けた詳細な分析は行っていない。これらの分析から、学習指導に対する示唆を得ることができると考える。

そこで、本稿では、リスク群判定調査をもとに児童生徒を「リスク群」と「慎重群」に分類し、社会的なリスクの文脈で算数・数学を活用する力の学年横断的な実態について調べることで、各群の学年横断的な傾向の違いについて明らかにするとともに、授業の取り組みに対する示唆を得ることを目的とする。

研究の目的を達成するために、研究の方法として、まずリスク群判定調査と実態調査の枠組みを示す（第2章）。次に調査の実施方法を示し、リスク群判定調査をもとに児童生徒を「リスク群」と「慎重群」に分類する（第3章）。最後に実態調査の問題のうち、「社会的：児童・生徒が生活する地域社会における文脈」（以下、社会的文脈）に関わる3つの大問を取り上げ、各群の学年横断的な傾向の違いについて分析する（第4章）。以上を踏まえて、「リスク群」と「慎重群」の傾向の違いや考察する力の実態を整理し、授業の取り組みに対する示唆を述べる（第5章）。

2 調査の枠組み

(1) リスク群判定調査

日常的なリスクを伴う様々な行動場面で、児童生徒がどのような行動を取るかを調査する。そして、これら場面における行動可能性について4件法の回答を得点化し、合計得点によって児童生徒をリスク群と慎重群に分類する。質問項目は、心理学の研究である赤塚他（1998）の日常場面のリスクを伴う行動の質問紙を参考に、児童生徒が理解できる行動にした（表1）。

(2) 実態調査

小中高の児童生徒を対象としたリスクの理解を捉えるために、数学教育においてリスクを扱う際の枠組み（松元他，2023）から、(1)場面、(2)文脈のレベル（国立教育政策研究所，2013）、(3)内容（盛岡（2000））、(4)算数・数学で考察する力（長崎，2007）の4つの観点（表2）に着目して問題を開発する。調査の実施については、学年横断的な実態を調べるため、問題の解決で用いる算数・数学の内容を考慮して実施学年を決めて（表3）、調査を行う。

表1 リスキー群判定調査(ルビ略)

<p>次の(1)～(7)のそれぞれ行動について、あなたの考えはア～エのどれに当てはまりますか。一番合っていると思う選択肢を選んで○をつけて下さい（ア. やると思う イ. どちらかというやると思う ウ. どちらかというやらないと思う エ. やらないと思う）。</p> <p>(1) 物を取ろうとしたとき、背伸びをしても手の届かないところがあるので、座面（座るところ）が回転する椅子に乗る。</p> <p>(2) 交通量の多い道路の向こう側に渡りたいが、横断歩道は遠回りになるので、車がとぎれるタイミングを見計らって走って渡る。</p> <p>(3) 教室に戻るとき、次の授業に遅刻しそうだったので、学校の階段を2段飛ばしでかけ上がる。</p> <p>(4) 家の近くのスーパーに自転車で買い物いくとき、普段使っているヘルメットが見つからなかったので、ヘルメットをかぶらずに自転車に乗る。</p> <p>(5) 自宅にいて大雨が降っているとき、住んでいる地区から避難するように連絡があったが、まだ大丈夫だと考えて自宅にとどまる。</p> <p>(6) せっけんで泡立てて手を洗っているときに、止めるのが面倒なので、水を出しっぱなしにする。</p> <p>(7) 休日の朝に大切な親友と会う約束があるとき、もう少し寝ていたいと考えて、約束の時間に遅れる。</p>
--

表2 実態調査を開発する観点（松元他，2023）

<p>(1) リスク場面：どのような場面における問題であるかを簡単に記述 例：ダム水量問題</p> <p>(2) リスクの文脈のレベル（PISA2012（国立教育政策研究所，2013）の下位項目を採用）：A 私的：児童・生徒の日々の活動に直接関係する文脈，B 職業的：職業の場面に現れるような文脈，C 社会的：児童・生徒が生活する地域社会における文脈，D 科学的：より抽象的な文脈で、技術的な過程、理論的な場面における文脈も含まれる</p> <p>(3) リスクの内容（盛岡（2000）に「⑭その他」を</p>

追加)：①自然災害のリスク，②都市災害のリスク，③労働災害のリスク，④食品添加物と医薬品のリスク，⑤環境リスク，⑥バイオハザードや感染症リスク，⑦化学物質のリスク，⑧放射線のリスク，⑨廃棄物リスク，⑩高度技術リスク，⑪グローバルリスク，⑫社会経済活動に伴うリスク，⑬投資リスクと保険，⑭その他
 (4) リスクを算数・数学で考察する力 (算数・数学の力 (長崎, 2007) を参考に改変)：①リスク・

要因を挙げる力 (リスクを特定する：定性的)，
 ②変数を選択する力 (計画を立てる：定量的)，
 ③リスクを数学的に捉える力 (定量化する)，④算数・数学のきまりに従って処理する力 (算数・数学内)，⑤算数・数学で処理した結果を振り返る力 (算数・数学内)，⑥算数・数学でリスクを予測・推測する力，⑦算数・数学でリスクを感覚的・概括的に判断する力，⑧場面に戻ってリスクを検討したり，リスクに対応したりする力 (リスクの評価)

表3 開発した問題と実施学年及び観点 (下線は本稿で取り上げた大問)

大問 (1)場面	実施学年	(2)文脈のレベル	(3)内容	(4)考察する力
1ハイキング	小4～高2	A	①	①
2感染者数・死者数	同上	C	⑥	⑦
3買い物	小5～高2	A	⑫	③④
4キャンプの怪我	小6～高2	A	⑭野外活動のリスク	②
5野外学習の事故	同上	A	⑭野外活動のリスク	⑤
6交差点	同上	C	⑫	③⑦
7自転車事故	同上	C	⑫	③
8集合時刻	同上	A	⑭時間管理のリスク	④⑧
9紙飛行機大会	中1～高2	A	⑭選手選択のリスク	⑥⑧
10薬の服用	中2～高2	A	④	⑥
11大雨からの避難	中3～高2	D	①	③⑥

3 調査の実施方法と分析の方法

(1) 調査の実施方法

「リスク態度調査」「リスク群判定調査」に加え、「実態調査」から選択した複数の問題を組み合わせ問題セットを作り、予備調査を2024年4月～5月に実施して3つの調査内容を精査し、本調査を2024年9月～10月に行った (小学校5校，中学校11校，高等学校5校ですべて公立)。高校は大学進学率等に偏りが出ないように配慮した。児童生徒は20～30分程度で回答した (表4)。

表4 各学年の全体の調査人数 (人)²⁾

小4	小5	小6	中1	中2	中3	高1	高2
481	371	427	906	1102	1160	865	522

(2) リスク群と慎重群の判定方法

本研究では、リスク群判定調査に基づき、リスク

群 (以下、R群) と慎重群 (以下、S群) の2つの群に分類し、実態調査での社会的文脈に関わる大問の学年横断的な傾向について分析する。そのため、まず「リスク態度調査」及び「リスク群判定調査」の各項目のうち、少なくとも1つが無回答や判定できない回答がある児童生徒を対象外とした。次にリスク群判定調査の4件法で実施した7つの項目について得点化し (4点×7項目=28点満点)、児童生徒ごとに合計点数を算出した。次に全学年の合計得点の中央値と平均値を算出し、中央値が16点、平均値が16.3点であった。リスク群判定を実施する先行研究において、リスク群の判定基準として中央値を用いていたこと (赤塚他, 1998)、及び各学年のそれぞれの群の人数の偏りを考慮し、中央値を基準に合計得点が16点以上をR群、16点未満をS群とした。以上の手続きをして整理したものが表5である。R群の割合は学年が上がるにつれて増加し、高2で最も高い。

表5 本研究における各学年の「リスク群」「慎重群」の状況

	小4	小5	小6	中1	中2	中3	高1	高2	全体
群分けの対象人数 (人)	422	326	393	803	1031	1100	832	500	5407
リスク群の人数 (人)	90	73	127	446	626	787	572	386	3107
慎重群の人数 (人)	332	253	266	357	405	313	260	114	2300
リスク群の割合	21.3%	22.4%	32.3%	55.5%	60.7%	71.6%	68.8%	77.2%	57.5%

(3) 実態調査の分析の方法

実態調査について、調査結果は、予備調査を踏まえて作成した解答類型に基づいて集計した。解答類型における正答については、リスク場面で十分に算数・数学を活用し考察できていると判断できる類型を「正答」(◎)、説明が不足しているものの正答に分類できる類型を「準正答」(○)とし、それらの反応率³⁾の合計を「通過率」とした。ただし、問題の形式により、2つの解答類型により正答を判断する必要がある場合には、正答・準正答のクロス集計の結果から反応率の合計を算出し、それを「通過率」とした。

各問題における学年の通過率については、有意水準を5%と定め、独立性の検定として「カイ二乗検定」、セルの期待度数が小さくカイ二乗検定的前提を満たさない場合には、「モンテカルロ法を用いたフィッシャーの正確確率検定」を行い、学年と問題の通過率に関連がある(全体として学年による通過率に有意な違いがある)といえた場合に、下位検定として多重比較(Holm法)を行った。多重比較の方法については、特定学年の通過率が高く、調査人数における偏りが生じること(セルの期待度数が5未満になること)が想定された。そのため、フィッシャーの正確確率検定を行うことにした。具体的には統計ソフトR(ver.4.5.1)(以下、R)を用いて行い、カイ二乗検定はRの分析コード「chisq.test」を指定した。カイ二乗検定的前提を満たさない場合には、モンテカルロ法を用いたフィッシャーの正確確率検定として「fisher.test(counts, simulate.

p.value=TRUE, B=10000)」を指定し、p値を近似計算した。多重比較(Holm法)については、Rのlibraryの「RVAideMemoire」(Hervé M, 2021)を読み込み、Rの分析コード「fisher.multcomp」を、Holm法を指定する形で利用した。

調査結果は、まず解答類型とその反応率を示す。次に塩澤(2022)を参考にR群とS群のそれぞれで各学年の通過率を表にまとめ、カイ二乗検定の結果が有意である場合には、表内に学年間の通過率の差を記載した。多重比較の結果については、2群間の通過率に有意な差がある場合に表内の値に下線を付す形で示した。

4. 調査の結果と分析

本稿では、実態調査の問題のうち、「(2)文脈のレベル」の「C 社会的：児童・生徒が生活する地域社会における文脈」(社会的文脈)に当たる3つの大問を取り上げ、各群の学年横断的な傾向の違いについて分析する。

(1) 大問2「感染者数・死者数の場面」について

大問2(図1)は、社会的文脈として新型コロナウイルス感染症(⑥バイオハザードや感染症のリスク)を題材にした問題であり、データに基づき「落ち着いたといえる」立場、あるいは「落ち着いたといえない」立場からの理由を問うことで、「⑦算数・数学でリスクを感覚的・概括的に判断する力」を把握することをねらいとした。(1)は正答を設定せず、(2)の準備として位置付けたため、本稿では(2)に着目して分析する。

2022年の12月は、3年ぶりに行動制限のない年末年始になりました。新型コロナウイルスは落ち着いたのでしょうか。そこで前年の同じ時期と比較したデータを調べてみました。

次の表1は、2021年と2022年の、12月下旬1週間の1日ごとの感染者数を表し、表2は、同じ時期の死者数を表しています。

表1 感染者数	23日	24日	25日	26日	27日	28日	29日	計
2021年12月	247	260	260	225	168	315	397	1,872
2022年12月	174,084	177,275	148,897	78,526	202,560	216,194	192,043	1,189,579

表2 死者数	23日	24日	25日	26日	27日	28日	29日	計
2021年12月	2	0	1	0	0	2	4	9
2022年12月	355	337	237	238	392	394	362	2,315

(1) 表1や表2から判断すると、2022年の12月の時点で、新型コロナウイルスは落ち着いたといえますか、いえませんか。あなたの考えで、どちらかに○をつけましょう。(「・いえる」「・いえなし」の一方に○をつける)

(2) 表1、表2を検討していたすすむさんは、(1)に対して「落ち着いたともいえるし、落ち着いたといえない」と言っています。すすむさんは、
 どのような点から「落ち着いたといえる」と判断したのでしょうか。
 また、どのような点から「落ち着いたとはいえない」と判断したのでしょうか。
 あなたが考える、すすむさんの判断の理由を書きましょう。

図1 大問2「感染者数・死者数(ルビ・解答欄略)」

大問2の調査人数は、R群/S群で、小4が90人/332人、小5が73人/253人、小6が28人/87人、中1が163人/108人、中2が214人/133人、中3が218人/82人、高1が157人/63人、高2が95人/33人であった。

まず大問2(1)について、表6及び表7より、どちらの群でも各学年において、新型コロナウイルスが「落ち着いたといえない」と回答した児童生徒が多いことが分かる。

次に大問2(2)について、表8から表11の解答類型を踏まえ、クロス集計を行い「落ち着いたといえる」と「落ち着いたといえない」の両方の立場から、それぞれの判断の理由を適切に記述した児童生徒の割合(通過率)の分析結果をまとめると、表12と表13の

通りである。

R群について、カイ二乗検定の前提を満たさなかったため、フィッシャーの正確確率検定(モンテカルロ近似)を行った。その結果($p < .001$)、学年と問題の通過率に関連があり、表12より特に小4から中2で低いことが分かる。通過率は学年が上がるにつれて増減があるものの、高2で最も高く16.8%であった。一方、S群について、カイ二乗検定の前提を満たさなかったため、フィッシャーの正確確率検定(モンテカルロ近似)を行った。その結果($p < .001$)、学年と問題の通過率に関連があり、表13より、小4から中1で低いことが分かる。通過率はR群と同様に学年が上がるにつれて増減があるものの、高2で最も高く18.2%であった。

表6 大問2(1)におけるR群の解答類型とその反応率(%)

番号	解答類型	小4	小5	小6	中1	中2	中3	高1	高2
1	いえる	8.9	13.7	10.7	13.5	12.2	10.6	13.4	10.5
2	いえない	82.2	79.5	85.7	81.6	86.4	86.2	84.7	89.5
3	2つに○をつける	8.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0	無解答	0.0	6.8	3.6	4.9	1.4	3.2	1.9	0.0

表7 大問2(1)におけるS群の解答類型とその反応率(%)

番号	解答類型	小4	小5	小6	中1	中2	中3	高1	高2
1	いえる	10.5	11.5	12.6	7.4	8.3	9.8	19.0	9.1
2	いえない	85.8	86.6	86.2	92.6	89.5	85.4	81.0	87.9
3	2つに○をつける	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
0	無解答	3.6	2.0	1.1	0.0	2.3	4.9	0.0	3.0

表8 大問2(2)におけるR群の解答類型とその反応率(%) 「落ちついたといえる」の立場

番号	解答類型	小4	小5	小6	中1	中2	中3	高1	高2
1◎	基準となる量を明示した上で、割合や比率を用いて説明している	2.2	4.1	0.0	1.8	7.5	11.5	20.4	24.2
2◎	ある特定の日で感染者(数)が減っていることに言及している	2.2	5.5	14.3	8.0	5.1	7.8	4.5	3.2
3	基準となる量を明示せず、割合や比率を用いて説明している	0.0	0.0	0.0	2.5	5.6	7.8	3.2	7.4
4	表以外のデータに関する知識やデータに無関係な理由を挙げている	14.4	6.8	7.1	11.7	16.4	12.8	21.7	27.4
9	上記以外	51.1	60.3	71.4	52.1	42.1	37.2	33.8	30.5
0	無解答	30.0	23.3	7.1	23.9	23.4	22.9	16.6	7.4

表9 大問2(2)におけるS群の解答類型とその反応率(%) 「落ちついたといえる」の立場

番号	解答類型	小4	小5	小6	中1	中2	中3	高1	高2
1◎	基準となる量を明示した上で、割合や比率を用いて説明している	1.81	3.6	6.9	1.9	13.5	13.4	19.0	30.3
2◎	ある特定の日で感染者(数)が減っていることに言及している	7.8	5.9	6.9	9.3	6.0	9.8	3.2	3.0
3	基準となる量を明示せず、割合や比率を用いて説明している	0.0	0.0	2.3	0.9	5.3	6.1	1.6	3.0
4	表以外のデータに関する知識やデータに無関係な理由を挙げている	11.1	10.3	14.9	9.3	15.0	19.5	28.6	18.2
9	上記以外	55.4	51.8	62.1	53.7	42.1	29.3	41.3	33.3
0	無解答	23.8	28.5	6.9	25.0	18.0	22.0	6.3	12.1

表 10 大問 2(2)における R 群の解答類型とその反応率(%) 「落ちついたとはいえない」の立場

番号	解答類型	小4	小5	小6	中1	中2	中3	高1	高2
1◎	基準となる量を明示した上で、割合や比率を用いて説明している	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0
2◎	ある特定の日で感染者(数)が減っていることに言及している	13.3	16.4	10.7	21.5	34.6	42.2	47.8	50.5
3	基準となる量を明示せず、割合や比率を用いて説明している	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	表以外のデータに関する知識やデータに無関係な理由を挙げている	4.4	0.0	0.0	2.5	1.9	1.4	1.9	1.1
9	上記以外	73.3	80.8	82.1	68.7	57.9	47.7	47.8	47.4
0	無解答	7.8	2.7	7.1	7.4	5.6	8.3	2.5	1.1

表 11 大問 2(2)における S 群の解答類型とその反応率(%) 「落ちついたとはいえない」の立場

番号	解答類型	小4	小5	小6	中1	中2	中3	高1	高2
1◎	基準となる量を明示した上で、割合や比率を用いて説明している	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
2◎	ある特定の日で感染者(数)が減っていることに言及している	21.7	21.3	18.4	35.2	46.6	45.1	42.9	48.5
3	基準となる量を明示せず、割合や比率を用いて説明している	0.3	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0
4	表以外のデータに関する知識やデータに無関係な理由を挙げている	3.0	2.8	2.3	0.0	1.5	0.0	0.0	3.0
9	上記以外	67.5	68.0	75.9	55.6	46.6	48.8	52.4	45.5
0	無解答	7.5	7.9	3.4	9.3	4.5	6.1	4.8	0.0

表 12 大問 2(2)における R 群の分析結果

小4 2.2	小5 0.0	小6 0.0	中1 2.5	中2 4.2	中3 9.6	高1 15.9	高2 16.8
小4 2.2	-2.2	-2.2	0.3	2.0	7.4	<u>13.7</u>	<u>14.6</u>
	小5 0.0	0.0	2.5	4.2	9.6	<u>15.9</u>	<u>16.8</u>
		小6 0.0	2.5	4.2	9.6	15.9	16.8
			中1 2.5	1.7	7.1	<u>13.4</u>	<u>14.3</u>
				中2 4.2	5.4	<u>11.7</u>	<u>12.6</u>
					中3 9.6	6.3	7.2
						高1 15.9	0.9

表 13 大問 2(2)における S 群の分析結果

小4 2.1	小5 2.4	小6 1.1	中1 5.6	中2 12.0	中3 13.4	高1 11.1	高2 18.2
小4 2.1	0.3	-1.0	3.5	<u>9.9</u>	<u>11.3</u>	9.0	<u>16.1</u>
	小5 2.4	-1.3	3.2	<u>9.6</u>	<u>11.0</u>	8.7	<u>15.8</u>
		小6 1.1	4.5	10.9	<u>12.3</u>	10.0	<u>17.1</u>
			中1 5.6	6.4	7.8	5.5	12.6
				中2 12.0	1.4	-0.9	6.2
					中3 13.4	-2.3	4.8
						高1 11.1	7.1

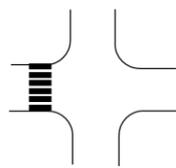
(2) 大問 6「交差点の場面」について

大問 6(図 2)は、社会的文脈として交差点での危険度(⑫社会経済活動に伴うリスク)を題材にした問題であり、表のデータを用いて 3 つの交差点における

危険度を比較することで、「⑬リスクを数学的に捉える力」「⑭算数・数学でリスクを感覚的・概括的に判断する力」を把握することをねらいとした。

警察庁と国土交通省が、交差点の危険ぐあいを伝えるマップを作成しているとします。下の表は、同じ日の午前 7 時から 8 時の間に、交差点 A, B, C のようすを記録したものです。

3 つの交差点は、どれも右の図のような十字路の交差点です。どの交差点が危険でしょうか。上の資料(データ)に基づいて、A, B, C の交差点の危険ぐあい(危険度)の順番を考えましょう。また、その理由をかきましょう。



交差点	歩行者の数(人)	左折した車の数(台)	横断歩道の長さ(m)
交差点 A	60	40	20
交差点 B	200	50	15
交差点 C	50	100	25

図 2 大問 6「交差点(ルビ・解答欄略)」

表 14 大問 6 における R 群の解答類型とその反応率 (%)

番号	解答類型	小 6	中 1	中 2	中 3	高 1	高 2
1◎	類型 2～5 のうち、複数の類型を挙げている	0.0	0.7	1.7	0.9	1.9	3.2
2○	各項目で順位付けをして順番を考える (順位によるリスクの数量化)	0.0	0.7	0.6	0.0	0.6	1.1
3○	基準をつくり点数化して順番を考える (点数によるリスクの数量化)	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	2.1
4○	単位量あたりの大きさを求めて順番を考える (割合によるリスクの数量化)	3.2	3.4	4.5	7.8	9.6	10.5
5	複数の項目 (歩行者の数, 車の数, 横断歩道の長さ) 数値をそのまま使用して順番を考える (単位を考慮していない)	78.5	63.7	73.7	70.2	70.1	64.2
6	1つの項目 (歩行者の数, 車の数, 横断歩道の長さ) 数値のみで順番を考える	11.8	13.0	10.1	14.7	16.6	15.8
9	上記以外	3.2	3.4	2.2	1.8	0.6	2.1
0	無解答	3.2	15.1	7.3	4.1	0.6	1.1

表 15 大問 6 における S 群の解答類型とその反応率 (%)

番号	解答類型	小 6	中 1	中 2	中 3	高 1	高 2
1◎	類型 2～5 のうち、複数の類型を挙げている	0.0	1.8	0.8	1.2	3.2	0.0
2○	各項目で順位付けをして順番を考える (順位によるリスクの数量化)	0.5	1.8	0.8	2.4	1.6	0.0
3○	基準をつくり点数化して順番を考える (点数によるリスクの数量化)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.1
4○	単位量あたりの大きさを求めて順番を考える (割合によるリスクの数量化)	2.3	3.6	5.7	3.7	1.6	3.0
5	複数の項目 (歩行者の数, 車の数, 横断歩道の長さ) 数値をそのまま使用して順番を考える (単位を考慮していない)	80.6	70.0	73.8	79.3	71.4	78.8
6	1つの項目 (歩行者の数, 車の数, 横断歩道の長さ) 数値のみで順番を考える	10.8	9.1	10.7	9.8	22.2	9.1
9	上記以外	3.6	4.5	1.6	1.2	0.0	3.0
0	無解答	2.3	9.1	6.6	2.4	0.0	0.0

大問 6 の調査人数は、R 群/S 群で、小 6 が 93 人/222 人、中 1 が 146 人/110 人、中 2 が 179 人/122 人、中 3 が 218 人/82 人、高 1 が 157 人/63 人、高 2 が 95 人/33 人であった。表 14 及び表 15 の解答類型に基づき、通過率の分析結果をまとめると、表 16 と表 17 の通りである。

R 群について、カイ二乗検定の結果 ($\chi^2(5)=17.54$, $p<.01$)、学年と問題の通過率に関連があり、表 16 より特に高校段階で高いことが分かる。通過率は学年が上がるにつれて増加し、高 2 で最も高く 16.8%であった。一方、S 群について、カイ二乗検定の前提を満たさなかったため、フィッシャーの正確確率検定 (モンテカルロ近似) を行った。その結果 ($p>.05$)、学年と問題の通過率に関連があるとはいえず、表 17 より特に小 6 で低いことが分かる。通過率は中 1 から高 1 で増減があるものの、その差は 2%程度に留まった。

表 16 大問 6 における R 群の分析結果

小 6	中 1	中 2	中 3	高 1	高 2
3.2	4.8	6.7	9.2	12.1	16.8
小 6					
3.2	1.6	3.5	6.0	8.9	13.6
	中 1				
	4.8	1.9	4.4	7.3	12.0
		中 2			
		6.7	2.5	5.4	10.1
			中 3		
			9.2	2.9	7.6
				高 1	
				12.1	4.7

表 17 大問 6 における S 群の分析結果

小 6	中 1	中 2	中 3	高 1	高 2
2.7	7.3	7.4	7.3	6.3	9.1

(3) 大問7「自転車事故の場面」について

大問7(図3)は、自転車事故とヘルメット着用(②社会経済活動に伴うリスク)を題材にした問題であり、グラフや表で提示されたデータから自転車関連事故件数や割合が減っているかどうか判断するとともに、事

故防止に向けたヘルメット着用の必要性について考察することで、「③リスクを数学的に捉える力」を把握することをねらいとした。(1)は正答を設定せず、(2)の準備として位置付けたため、本稿では(2)に着目して分析する。

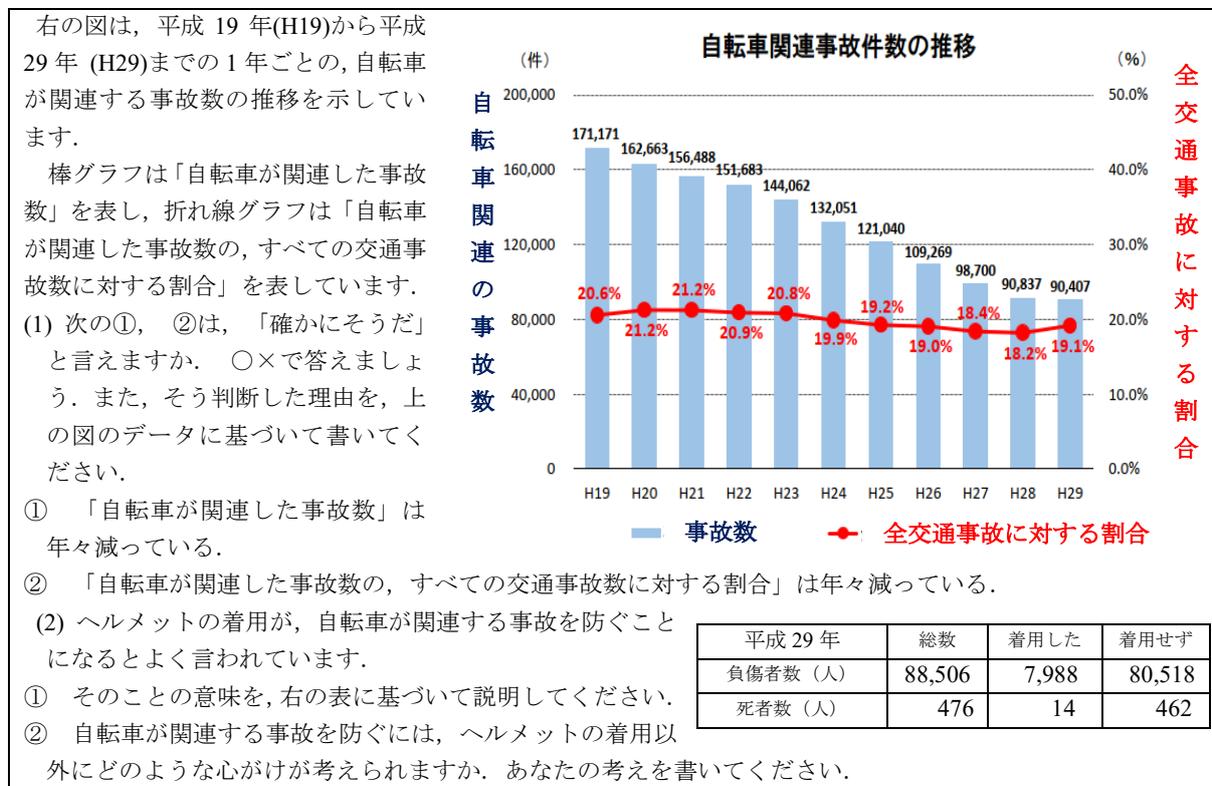


図3 大問7「自転車関連の事故(ルビ・解答欄略)」⁴⁾

大問7の調査人数は、R群/S群で、小6が93人/182人、中1が137人/139人、中2が233人/150人、中3が181人/73人、高1が158人/74人、高2が109人/34人であった。

まず大問7(1)について、表18及び表19より、どちらの群でも各学年において、「①に○、②に×」と回答した児童生徒が多いことが分かる。

次に大問7(2)について、表20から表23の解答類型を踏まえ、クロス集計を行い①と②の両方の問題に関する通過率の分析結果をまとめると、表24と表25の

通りである。

R群について、カイ二乗検定の結果($\chi^2(5)=11.90$, $p<.05$)、学年と問題の通過率に関連があり、表24より特に中1で低いことが分かる。通過率は学年が上がるにつれて増減があるものの、高2で最も高く86.2%であった。一方、S群について、カイ二乗検定の結果($\chi^2(5)=19.19$, $p<.01$)、学年と問題の通過率に関連があり、表25より、R群と同様に中1で低いことが分かる。通過率は学年が上がるにつれて増減があるものの、高2で最も高く90%以上であった。

表18 大問7(1)におけるR群の解答類型とその反応率(%)

番号	解答類型	小6	中1	中2	中3	高1	高2
1	①に○, ②に○	20.4	19.0	21.5	9.9	5.7	4.6
2	①に○, ②に×	73.1	68.6	74.2	83.4	88.6	92.7
3	①に×, ②に○または×	5.4	7.3	3.4	6.6	5.1	2.8
0	無解答	1.1	5.1	0.9	0.0	0.6	0.0

表19 大問7(1)におけるS群の解答類型とその反応率(%)

番号	解答類型	小6	中1	中2	中3	高1	高2
1	①に○, ②に○	13.7	21.6	12.0	8.2	6.8	2.9
2	①に○, ②に×	77.5	70.5	81.3	91.8	86.5	97.1
3	①に×, ②に○または×	7.1	5.8	6.0	0.0	2.7	0.0
0	無解答	1.6	2.2	0.7	0.0	4.1	0.0

表 20 大問 7(2)①における R 群の解答類型とその反応率(%)

番号	解答類型	小 6	中 1	中 2	中 3	高 1	高 2
1◎	着用の方が、死者数=負傷者数の割合が低いことに言及している	9.7	2.2	9.9	17.1	22.8	33.0
2○	着用の方が、負傷者数や死者数が非常に少ないことや差が大きいこと、桁が違うことなどに言及している	69.9	70.8	70.8	70.7	58.9	56.0
9	上記以外	18.3	21.2	16.7	11.1	16.5	10.1
0	無解答	2.2	5.8	2.6	1.1	1.9	0.9

表 21 大問 7(2)①における S 群の解答類型とその反応率(%)

番号	解答類型	小 6	中 1	中 2	中 3	高 1	高 2
1◎	着用の方が、死者数=負傷者数の割合が低いことに言及している	6.0	10.1	10.7	24.7	32.4	38.2
2○	着用の方が、負傷者数や死者数が非常に少ないことや差が大きいこと、桁が違うことなどに言及している	74.7	64.0	76.7	65.8	51.4	61.8
9	上記以外	15.4	20.9	12.0	8.2	10.8	0.0
0	無解答	3.8	5.0	0.7	1.4	5.4	0.0

表 22 大問 7(2)②における R 群の解答類型とその反応率(%)

番号	解答類型	小 6	中 1	中 2	中 3	高 1	高 2
1◎	類型 2~4 のうち、複数の類型を挙げている	7.5	1.5	4.7	2.8	2.5	0.0
2○	自分自身が交通ルールを遵守することについて言及している	5.4	15.3	18.9	33.7	35.4	52.3
3○	自分自身が直接心がける配慮について言及している	79.6	75.2	73.0	58.6	57.0	40.4
4○	他者に期待する安全性について言及している	2.2	0.0	0.0	0.6	2.5	2.8
9	上記以外	2.2	2.9	2.6	3.9	1.9	4.6
0	無解答	3.2	5.1	0.9	0.6	0.6	0.0

表 23 大問 7(2)②における S 群の解答類型とその反応率(%)

番号	解答類型	小 6	中 1	中 2	中 3	高 1	高 2
1◎	類型 2~4 のうち、複数の類型を挙げている	8.8	2.2	1.3	2.7	5.4	0.0
2○	自分自身が交通ルールを遵守することについて言及している	12.1	15.8	21.3	28.8	32.4	29.4
3○	自分自身が直接心がける配慮について言及している	74.7	72.7	74.7	64.4	58.1	61.8
4○	他者に期待する安全性について言及している	0.0	1.4	0.7	0.0	1.4	2.9
9	上記以外	1.6	5.0	1.3	2.7	0.0	5.9
0	無解答	2.7	2.9	0.7	1.4	2.7	0.0

表 24 大問 7(2)における R 群の分析結果

小 6	中 1	中 2	中 3	高 1	高 2
77.4	71.5	77.7	84.5	79.7	86.2
小 6					
77.4	-5.9	0.3	7.1	2.3	8.8
	中 1				
	71.5	6.2	13.0	8.2	14.7
		中 2			
		77.7	6.8	2.0	8.5
			中 3		
			84.5	-4.8	1.7
				高 1	
				79.7	6.5

表 25 大問 7(2)における S 群の分析結果

小 6	中 1	中 2	中 3	高 1	高 2
79.1	70.5	86.0	87.7	83.8	94.1
小 6					
79.1	-8.6	6.9	8.6	4.7	15.0
	中 1				
	70.5	<u>15.5</u>	17.2	13.3	<u>23.6</u>
		中 2			
		86.0	1.7	-2.2	8.1
			中 3		
			87.7	-3.9	6.4
				高 1	
				83.8	10.3

5 考察

本稿では、実態調査における社会的文脈に関わる 3 つの大問について、R 群（リスク群）と S 群（慎重群）の 2 つの群に分類し、実態調査に基づく学年横断的な傾向について分析してきた。

大問 2(2)については表 12 及び表 13 より、大問 7(2)については表 24 及び表 25 より、両群ともに学年と通過率に関連があるといえ、学年が上がるにつれて増減があるものの、高 2 で最も高い結果となった。一方、大問 6 については、表 16 及び表 17 より、R 群でのみ学年と通過率に関連があるといえ、学年が上がるにつれて通過率が増加する傾向がみられた。これらのことから、R 群では社会的文脈のリスク場面で算数・数学を活用する力は学年が上がるにつれて伸長するものの、S 群では社会的文脈の一部のリスク場面において、必ずしも伸長しないことが示唆される。リスクに関する先行研究では、リスク志向的行動が勤勉性と負の相関があることが指摘されてきた（例えば、天谷・谷, 2015）。これはリスク志向的行動が浅慮により促進されることを意味する。これらの知見からすれば、R 群では社会的文脈のリスク場面で算数・数学を活用する力の獲得が S 群よりも阻害されるはずである。しかし、本研究の結果は両群が同等か、むしろ S 群でそのような力が発達によって必ずしも獲得されていなかった。ゆえに、リスクテイキングな行動を取りやすい R 群の児童生徒は、社会的文脈のリスク場面で算数・数学を活用する力を伸長しやすい。あるいはリスクテイキングな行動と関連する大胆さや積極性等、他の要素が社会的文脈のリスク場面で算数・数学を考察する力の伸長に寄与した可能性がある。

また、R 群と S 群とも大問 2(2)、大問 6 の通過率は学年横断的にみても全体的に低く、日本の児童生徒は、「⑦算数・数学でリスクを感覚的・概括的に判断する力」が不十分であった。ゆえに、一種の曖昧さが残るリスク場面でリスクを数量化して説明することに課題があることが示唆された。これは長崎（2004）の「近似的に読み取る」問題において中 2 や中 3 でも小 6 と同様な通過率で低い状況であることから、本調査と整合しており、現在でも課題であることがわかる。

以上のことから、具体的な授業改善の手立てとして、実際の授業では、リスクテイキングな行動を取りやすい生徒（社会的文脈のリスク場面で算数・数学を活用する力が学年進行で伸長する R 群に分類されるような生徒）の発言を積極的に取り上げ、クラス全体で様々なリスクを共有し、これらのリスクに対して数学的に分析したり議論したりすることが大切である。また、「⑦算数・数学でリスクを感覚的・概括的に判断する力」の育成をするために、リスクを伴う場面における実データの示し方や計算処理をした結果の解釈等について、感覚的・概括的に判断する概数の見方や考え方

を学ぶことやそのよさを意識した指導が必要である。

6. まとめと今後の課題

本研究では、社会的なリスクの文脈で算数・数学を活用する力の学年横断的な実態について調べることで、R 群と S 群の学年横断的な傾向の違いについて考察することを目的とした。その結果、R 群では社会的文脈のリスク場面で算数・数学を活用する力は学年が上がるにつれて伸長するものの、S 群では必ずしも伸長しないという違いがあること、また、児童生徒は R 群や S 群であることに関わらず、社会的なリスクの文脈の場面で感覚的・概括的に判断することに課題があることの 2 つの実態が明らかになった。

今後の課題は、社会的文脈のリスクに関わる算数・数学の授業を実施し、R 群と S 群の児童生徒の発話や算数・数学を活用する実態を詳細に分析すること、感覚的・概括的に判断する力を育成する授業のあり方についてさらに追究することの 2 つである。

付記

本論文は、柁元（2025）と柁元他（2025）を基に、大幅に加筆・修正を加えている。

本研究は JSPS 科研費 22K02518（代表者：柁元新一郎）「リスク社会に対応した数学教育のあり方に関する研究」の助成を受けて行ったものである。

謝辞

調査に協力いただいた関係者及び児童生徒の皆様、集計をした学生の皆様に感謝申し上げます。

注

- 1) 柁元他（2023）では、観点 1～8 を挙げているが、実態調査の開発にあたっては、これらの観点のうち、本文で示した 4 つを採用した。
- 2) 中 3 の 1 名は、問題冊子に落丁があり除外した。
- 3) 解答類型における反応率は小数第 2 位を四捨五入し小数第 1 位までで示した。そのため、本稿における各類型の正答と準正答の反応率の合計が別表で示した通過率と一致しない場合や、各類型の反応率の合計が 100%にならない場合もある。
- 4) 大問 7 にあるグラフは、「自転車関連事故件数の推移」のグラフ（警察庁交通局, 2018, p.26）を基にして、児童生徒が理解できるように凡例と軸のタイトルを修正している。

引用・参考文献

Elfringhoff M. S.・Schukajlow S. (2021) . What makes a modelling problem interesting? Sources of situational interest in modelling problems. *Quadrante : Revista de Investigaçao em Educaçao Matemática*,30(1),8-30.

- <https://doi.org/10.48489/quadrante.23861>
赤塚肇・芳賀繁・楠神健・井上貴文 (1998) . 質問紙法による不安全行動の個人差の分析. 産業・組織心理学研究, 11, 71-82.
https://doi.org/10.32222/jaiop.11.1_71
- 天谷祐子・谷伊織 (2015) . 性格特性の5因子とプライバシー意識・リスクテイキング行動との関連. 日本心理学会発表論文集, 79, 37.
https://doi.org/10.4992/pacjpa.79.0_2AM-005
- 藤原大樹 (2024) . 中学校数学科におけるリスク対応を意図した授業の教材開発の視点. 日本科学教育学会年会論文集, 48, 221-224.
https://doi.org/10.14935/jssep.48.0_221
- ベック (1998) . 危険社会 (東簾・伊藤美登里訳) . 法政大学出版局. (原著出版 1986 年)
- Hervé M (2025). RVAideMemoire: Testing and Plotting Procedures for Biostatistics. R package.
<https://cran.rproject.org/web/packages/RVAideMemoire/index.html>
- 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. 数学教育学研究全国数学教育学会誌, 24(2), 1-9.
https://doi.org/10.24529/jasme.24.2_1
- 警察庁交通局 (2018) . 平成 29 年における交通死亡事故の特徴等について.
<https://www.npa.go.jp/toukei/koutuu48/H29siboubunnseki.pdf>
- 木下富雄 (2008) . リスク・コミュニケーション再考ー統合的リスク・コミュニケーションの構築に向けて (1). 日本リスク研究学会誌, 18(2), 3-22.
https://doi.org/10.11447/sraj.18.2_3
- 国立教育政策研究所 (2013) . 生きるための知識と技能 5ーOECD 生徒の学習到達度調査(PISA)2012 年調査国際結果報告書. 赤石書店.
- 久保良宏 (2016) . 数学教育における批判的思考の具体化にみるリスクの検討. 日本数学教育学会秋期研究大会発表集録, 49, 55-58.
- 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, 38, 177-180.
https://doi.org/10.14935/jssep.38.0_177
- 牧之段拓 (2023) リスク社会に対応した数学教育における教材開発と授業実践ー小学校第 6 学年「生活習慣病にならないために」ー. 日本科学教育学会年会論文集, 47, 29-32.
https://doi.org/10.14935/jssep.47.0_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・峰野宏祐・熊倉啓之 (2023) . 数学教育においてリスクを扱う際の枠組みの提案. 日本科学教育学会年会論文集, 47, 17-20.
https://doi.org/10.14935/jssep.47.0_17
- 栢元新一郎 (2024) . 数学教育におけるリスク研究についての国際的な動向. 日本科学教育学会年会論文集, 48, 17-20.
https://doi.org/10.14935/jssep.48.0_209
- 栢元新一郎 (2025) . 数学教育の視点からみたリスクに対する児童・生徒の学年横断的な調査. 日本科学教育学会年会論文集, 49, 211-214.
https://doi.org/10.14935/jssep.49.0_211
- 栢元新一郎・塩澤友樹・村越真 (2025) . リスク場面で算数・数学を活用する力に関わる児童生徒の学年横断的な実態ーリスク群と慎重群の違いに着目してー. 日本数学教育学会秋期研究大会発表集録, 58, 217-224.
- 峰野宏祐 (2023) . 小学校算数教科書におけるリスクの記述の分析. 日本科学教育学会年会論文集, 47, 21-24.
https://doi.org/10.14935/jssep.47.0_21
- 盛岡通 (2000) . リスク学の領域と方法ーリスクと賢くつきあう社会の知恵ー. 日本リスク研究学会編, 「リスク学事典」 (pp. 2-12) . ティビーエス・ブリタニカ.
- 長崎栄三・西村圭一・島田功・牧野宏・島崎晃 (2004) . 算数と社会をつなげる力に関する研究. 日本数学教育学会誌, 86(8), 3-13.
https://doi.org/10.32296/jjsme.86.8_3
- 長崎栄三他編 (2007) . 算数の力: 数学的な考え方を乗り越えて. 東洋館.
- 西村圭一・長崎栄三 (2008) . 数学教育における算数・数学と社会をつなげる力の意義と学習指導に関する研究. 日本数学教育学会誌, 90(9), 2-12.
https://doi.org/10.32296/jjsme.90.9_2
- 西浦博他 (2020) . 新型コロナウイルスと闘うために数学にできること. 数学セミナー, 日本評論社, 59(9), 7-43.
- 大橋幸子 (2021) . 幹線道路と生活道路における安全性と円滑性の確保. 国際交通安全学会誌, 45(3), 216-221.
https://doi.org/10.24572/iatssreview.45.3_216
- Schoenherr J.・Schukajlow S.・Pekrun R. (2025) . Emotions in mathematics learning: a systematic review and meta-analysis. ZDM-Mathematics Education,57, 603-620.
<https://doi.org/10.1007/s11858-025-01651-w>
- Schukajlow S.・Rakoczy K.・Pekrun R. (2023) . Emotions and motivation in mathematics education: Where we are today and where we need to go. ZDM-Mathematics Education,55,249-267.
<https://doi.org/10.1007/s11858-022-01463-2>

塩澤友樹 (2022) . 中等教育段階における生徒の標本データに基づく統計的推論の学年横断的な調査研究－変動性に着目して－. 日本数学教育学会誌, 104(1), 2-12.

https://doi.org/10.32296/jjsme.104.11_2

穴倉正展・八木勇治・松原誠・庄司学 (2012) . 地震・津波における数学的モデル化と問題設定－2011年3月の東北沖地震・東日本大震災に関わる科学研究の成果－. 日本数学教育学会誌, 94(5), 26-40. https://doi.org/10.32296/jjsme.94.5_26

富田真永 (2024) . 数学教育におけるリスク社会に対応した教材を用いた授業実践－高等学校第1学年「情報拡散の脅威」の授業を通して－. 日本科学教育学会年会論文集, 48, 225-228.

https://doi.org/10.14935/jssep.48.0_225

(すべての URL は, 2025 年 12 月 23 日参照)