

中学校理科における防災教育で育むべき資質・能力の育成を目指した カリキュラム開発

—自然災害のメカニズム理解と防災意識の向上に焦点を当てて—

大鹿研究室

小椋 健太

【要約】

本研究では、大学生を対象とした自然災害・防災教育に関する実態調査の結果をもとに、中学校理科において自然災害のメカニズム理解と防災意識の向上を目指したカリキュラムの開発を行い、授業実践を通してそれらの有効性を検討した。実態調査では理科という教科の枠組みの中で防災教育を推進する重要性を理解しながらも、これまでの経験の無さから具体的な授業構成をイメージできないことが明らかとなった。この課題を踏まえ中学校理科で扱われる「地震・火山災害に関する授業」「気象災害に関する授業」を通して理科における防災に関する基本的な学習が可能なカリキュラムの開発を行った。また、カリキュラムを実施するために「液状化」「台風」を題材とした教材を開発した。「地震・火山災害に関する授業」の実践では、液状化のメカニズムを理解し、防災の手立てを考えることで防災意識を向上させることができた。「気象災害に関する授業」の実践では、台風の進路の決まり方について理解し、日本に近づきつつある台風を様々な情報を用いながら予測する活動を通して、防災に対して積極的な姿勢を養わせることができた。

1 研究の背景と目的

日本は世界全体の約 0.3%の国土面積しかないにも関わらず、地理的・地質的な特徴から地震や火山活動、台風、豪雨、豪雪など、多種多様な自然災害が発生しやすい国土となっている。

世界銀行の調査によると、日本は地震や津波、洪水など複数の自然災害に世界で8番目に襲われやすいという結果¹⁾であり、日本での災害発生状況を世界と比べてみると、全世界で起こったマグニチュード6以上の地震の約20%が日本で生じ、自然災害による被害額も約12%を日本が占めている²⁾。このように日本は自然災害大国であるため長年、防災対策に力を入れ続けてきた。しかしながら、2011年に発生した東日本大震災で甚大な被害を受けたことにより、耐震や堤防などのハード面の対策とともに、国民一人ひとりの防災意識を高めることに主眼を置いた防災教育を重層的に組み合わせていく必要性が強調された³⁾。

学校教育における防災教育は理科教育、社会科教育、総合的な学習の時間などで進められることが想定されている。その中でも自然事象を学問の対象としている理科教育が中心となって防災教育を積極的に導入していく必要があると考えられる。実際に平成29年改訂中学校学習指導要領解説理科編では全学年において自然災害に関する学

習が設置され、自然災害・防災に関する内容の充実が図られている⁴⁾。また、文部科学省が発行した『学校防災のための参考資料「生きる力」を育む防災教育の展開』には防災教育で育むべき資質・能力を挙げており、①知識、思考・判断②危険予測、主体的な行動③社会貢献、支援者の基盤の3つを育成すべきだとしている⁵⁾。この資質・能力の中で、主に理科教育が担う部分は①知識、思考・判断の自然災害等の現状、原因及び減災等についての理解だと考えられる(表1)。

表1 防災教育で育むべき資質・能力(知識、思考・判断)

知識 思考 判断	自然災害等の現状、原因及び減災等について理解を深め、現在及び将来に直面する災害に対して、的確な思考・判断に基づく適切な意思決定や行動選択ができる
----------------	--

さらに育成すべき資質・能力を発達段階に応じて細分化しており、中学校段階において理科教育が担う部分は災害発生のメカニズム理解だと考えられる(表2)。

表2 中学校段階で防災教育で育むべき資質・能力(知識、思考・判断)

知識 思考 判断	災害発生のメカニズムの基礎や諸地域の災害例から危険を理解するとともに、備えの必要性や情報の活用について考え、安全な行動をとるための判断に生かすことができる
----------------	---

しかしながら、現在の理科教育における防災教育は自然災害に関する知識の学習に偏っており、防災的な視点は十分に育成できていない現状がある⁶⁾。加えて学習法の確立や教材の開発なども課題として挙げられている⁷⁾。

そこで本研究では、中学校理科における防災教育で育むべき資質・能力、特に自然災害のメカニズム理解と防災教育で最も重要視されている防災意識の向上の育成を目指したカリキュラムの開発とその検討を行うことを目的とした。

この目的を達成するために、①中学校理科教員志望学生への質問紙調査を行い、自然災害・防災教育に対する認識や捉えを明らかにした上で、②防災教育で育むべき資質・能力の育成を目指したカリキュラム開発を行い、③授業実践を通してカリキュラムの有効性を検討することとした。

2 中学校理科教員志望の大学生を対象とした自然災害・防災教育の認識調査

中学校理科において防災教育を導入するために、自然災害・防災教育に対する認識や捉えなどを調査する必要があると考え、愛知教育大学の理科専攻の学生 205 名を対象に質問紙調査を行った。調査項目として、(1) 防災に関する学習経験 (2) 自然災害への認識 (3) 防災教育に対する関わり方の 3 つを取り上げた。

(1) 防災に関する学習経験

多くの学生が小学校・中学校段階において防災に関する学習を経験していることがわかった。しかしながら、理科や社会などの教科において学習している学生はごく少数であり、避難訓練などの災害時における行動に偏っているため自然災害のメカニズム理解などの視点が欠けていることがわかった (図 1, 2)。



図 1 防災教育を受けた場面 (教科外、教科)

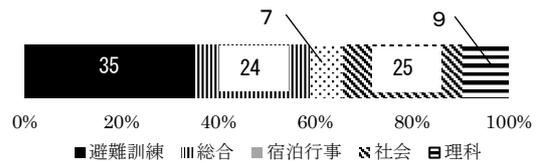


図 2 防災教育を受けた場面 (詳細)

(2) 自然災害の認識

自然災害の中で最も危険だと考えている自然災害は地震、次いで津波であった。また最も身近だと考えている自然災害は地震、次いで台風であった。

(3) 防災教育に対する関わり方

中学校理科において防災教育を進めていく必要性を感じているものの、これまで理科としての防災に関する学習の経験をしていないため実施する授業のイメージがもてていないということが明らかになった (図 3, 4)。これらの課題点は教員向けの質問紙調査 (渡邊 (2006), 川村 (2008), 村山 (2009) など) でも挙げられており、全国的な問題点であることがわかる^{8)~10)}。

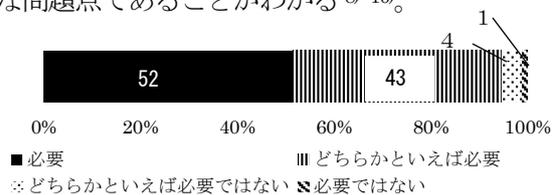


図 3 理科における防災教育の必要性

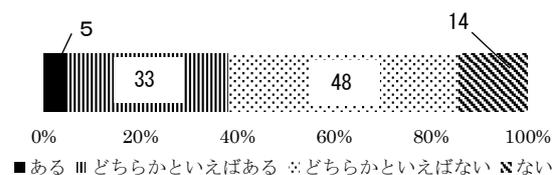


図 4 防災教育を実施していく自信の有無

(4) 質問紙調査のまとめ

調査の結果から現状として理科の教科として防災に関する学習はあまり行われておらず、避難訓練などの単発的な活動が主に行われていることがわかった。また、中学校理科で防災教育を実施していくべきだと考えつつも、学習法や教材開発の面で不安を感じていることが明らかになった。

3 カリキュラムの開発

現在、理科教育における防災教育は知識偏重の授業が多く行われている傾向にあり、中学校段階で育むべき「自然災害のメカニズム理解」には至

っていないと考えられる。また教科書の取り扱いでも、自然災害に関する単元での学習活動は調べ活動などが中心であるため、「自然災害のメカニズム理解」はもちろんのこと「防災意識の向上」も見込めない状況であると考えられる。また認識調査の結果を受けて、理科という教科の枠組みの中で防災教育を行いたいと考えながらも、学習法や教材の活用の部分を懸念していることが明らかになった。このような現状を踏まえ、防災教育で育むべき資質・能力、特に自然災害のメカニズムと防災意識の向上をねらいとし、現在も行われている自然災害に関する学習をベースとしながら防災的な視点を導入したカリキュラムを地震・火山単元、気象単元にて開発を試みた。防災教育において学習者の主体性を高めるカリキュラムとして、藤岡（2015）は、自然災害に対する動機づけ、防災的な問いかけ、観察・実験、課題への取り組みの4つの段階からなるカリキュラムを提案している¹¹⁾。今回、開発するカリキュラムにはこの4つの段階を主に取り入れつつ、新たに3つの視点を加えることとした。1つ目は学習者を学習内容に引き込む自然災害に関する資料の提示、2つ目は自然災害のメカニズム理解を促進させるモデル図やモデル実験の導入、3つ目は現実的な防災対策を立案である。これらの視点を導入することにより、自然災害のメカニズム理解と防災意識の向上が見込めると考えた（図5）。

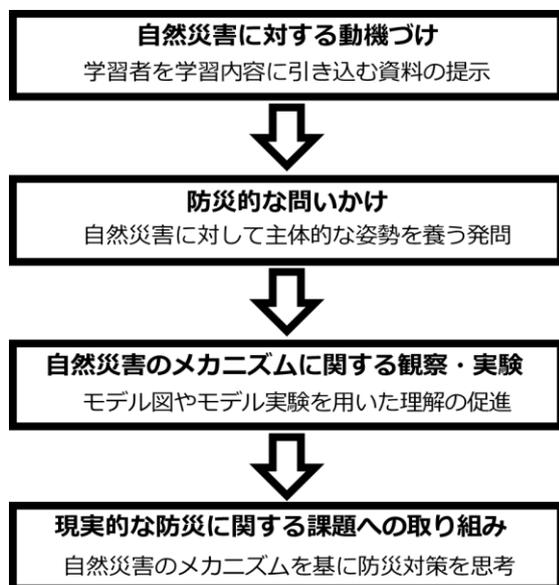


図5 開発したカリキュラムの概要図

4 地震・火山単元におけるカリキュラム開発

(1) 取り扱う自然災害

現行中学校理科教科書（学校図書，教育出版，啓林館，東京書籍，大日本図書 全て平成27年検定）を分析したところ地震・火山単元で取り上げられている自然災害は地震，火山，津波・液状化であった。教材化の面，メカニズムの理解しやすさなどを考慮した結果，本カリキュラムでは液状化を取り扱うこととした。液状化現象は日本国内の多くの場所で発生しうる自然災害であり建物の倒壊など大きな被害を出す可能性が非常に高いため，防災教育の学習課題として適切であると考えた。さらに現行の教科書にも液状化現象を実験として行っていることから主たる学習課題として適切であると考えた。

(2) 開発した教材の特徴

地学領域の特徴として定量的な観察・実験が困難である点が述べられる。このため，得られた結果を根拠として結論に導くために，対照実験を用いることが多い¹²⁾。これらを踏まえ，液状化が生じやすい教材と生じにくい教材を開発し，対照実験を実施することとした。

液状化に関わっている要因として「構成する粒の大きさ，硬さ，水分量」が関わっているため，これらを変更する条件として導入した教材を作成した。この実験を行うことにより液状化が生じにくい地質の特徴を捉えることができるようになる考えた。また，液状化が生じにくい地質の特徴を活用し液状化の被害を減少させるために手立てを考える場面を設けることにより，日常生活との関連性をもたせつつ，防災に対して積極的な姿勢が育むことができると考えた。

5 液状化を題材とした授業実践

開発したカリキュラム及び教材の有効性を検証するために，平成30年2月に国立大学附属N中学校第3学年3クラス90名を対象に，開発したカリキュラム・教材を用いた1時間の授業実践を行った。カリキュラムの評価は質問紙を用いて行った。

(1) 実践の内容

授業の導入では東日本大震災で生じた液状化に

よる被害の事例を挙げ、被害の多様さ・甚大さを実感させた。その後自分たちが住んでいる地域も液状化による被害を受けやすいことを説明し、液状化に対して何か手立てを打たなければならないことを引き出した。そして「液状化からの被害を最小限にするためにはどうしたらよいだろうか」を授業目的とし、液状化が起りやすい地質と起りにくい地質を比べる実験をさせた。対照実験を通して液状化が起るかどうかは粒の大きさや硬さ、水分量が確かに関わっているということに気づかせた。最後に液状化のメカニズムを活用してどのような対策を実際に立てるのかを考えさせ、知識を活用させ防災的な姿勢を養わせた。

(2) 結果と考察

質問紙調査より、液状化現象の特徴の理解については、対応策を立てるという観点から液状化のメカニズムを学習する場面を設けたことにより、“液状化が起きやすい土地の特徴が分かった”“液状化は地質が関わっているから、土地の特徴を把握して、対応策を立てたい”などの考えが多数記述された。さらに「液状化の発生メカニズムを理論的に説明できますか」という設問では「できる」、「どちらかといえばできる」と回答した生徒が事前調査では63%であったが、事後では93%まで上昇したことから液状化のメカニズム理解が促されたと考えられる(図6)。

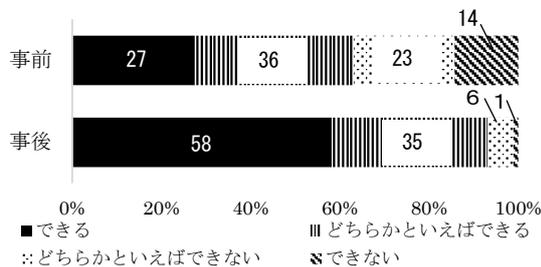


図6 液状化のメカニズムの理解度 (質問紙)

また液状化の発生メカニズムを記述させ、表3のような基準を設け、分類したところ図7の結果になったことから液状化のメカニズム理解が促されたと考えられる。

表3 液状化の発生メカニズムの理解度の基準

○	・地面が揺れることにより、土の粒の結びつきが弱まることに関係づけられている ・土が沈み積もることにより地下水が地表から噴出することに関係づけられている
△	・地面の揺れや土の粒、水に関する情報に着目しているが正しく関係づけられていない
×	・地面の揺れや土の粒、水に関する情報に着目していない

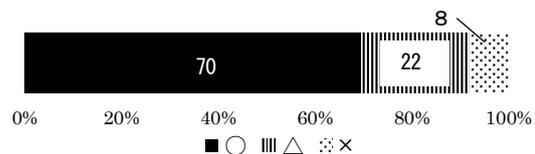


図7 液状化のメカニズムの理解度 (記述)

防災意識については、一様に自然災害の現象を学習するのではなく、現実に関わり得るならばどうするかを考える活動を取り入れたことにより、“日頃から地震による自然災害について考えなければならない”“自分の家の地質などを調べて地震に備えたい”などの記述が引き出された。さらに、「地震が要因となるその他の自然災害への興味が湧いたか」、「身の回りで液状化が起るかどうかが調べてみたいですか」という設問において肯定的な意見を示した生徒が68%、61%であることから、防災意識の向上が見られたと考えられる(図8、9)。



図8 地震などの自然災害への興味

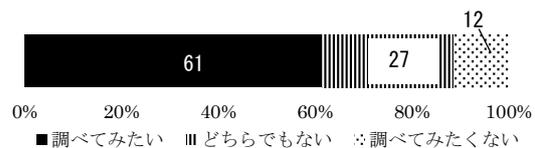


図9 液状化に対する興味

以上の結果から、液状化現象の特徴の理解を高めることならびに防災意識を高めることができたと考えられる。

6 気象単元におけるカリキュラム開発

(1) 取り扱う自然災害

地震・火山単元において行った教科書分析を気象単元においても同様に行った結果、取り上げられている自然災害は台風、高潮、竜巻、豪雨、豪雪であった。教材化の面、メカニズムの理解しやすさなどを考慮した結果、本カリキュラムでは台風を取り扱うこととした。台風はその他の気象災害と比べて学習課題としてよく扱われているため教材として取り扱いやすく、また日本へ毎年接近、上陸し恵みや災害をもたらす自然災害であるため身近に捉えやすい気象災害だと考えられることから主たる学習課題として適切であると考えた。

(2) 開発した教材の特徴

名越 (2000) は気象に関する学習の特徴を挙げており、本来ならば生徒が自ら気象観測をし、観測データから気象現象の法則性を発見することが望ましいが、限られた観測だけから一般的な法則性を見つけることが難しいと述べている¹³⁾。また林 (2002) は科学的かつ総合的な結論へ導いていく中で、個々の観察・実験結果の意味よりもそれらを時間的、空間的に配置した場合の変化傾向や規則性を読み取ることが重要だと述べている¹⁴⁾。これらの視点に防災的な観点を加え、台風の進路予測を題材とし様々な気象データを基に台風の進路の変化傾向や規則性を見いだす教材を作成した。今回用いた気象データを以下に示す (表 4)。

表 4 台風の進路予測に用いるデータ一覧

接近直前の 気象情報	① 3 日間の天気図
	② 偏西風 (高層天気図)
	③ 学習課題に挙げた台風の 1 つ前の台風経路図
蓄積された 気象情報	④ 過去 5 年分の台風の経路図
	⑤ 前年の全ての台風の経路図
	⑥ 平均的な台風の進路

この教材を用いることにより、台風の進路を予想することで災害による被害を事前に減らせるという防災的な意識を高めることができると考えた。また台風が動くメカニズムを理解し、活用す

ることでより深い理解につながると考えた。

7 台風の進路予測を題材とした授業実践

開発したカリキュラム及び教材の有効性を検証するために、平成 30 年 9 月に国立大学附属 O 中学校第 3 学年 4 クラス 156 名を対象に、開発したカリキュラム・教材を用いて 1 時間の授業実践を行った。カリキュラムの評価は質問紙を用いて行った。

(1) 実践の内容

授業の導入では近年発生した台風による被害の様子が把握できるビデオを視聴させ、台風による被害の大きさを実感させた。さらに台風の風速の大きさを感じさせるために、家庭にある扇風機などの風速を測らせ、如何に台風による風が強いかを体感させた。これらの活動を通して、日本に毎年訪れる台風の進路を予測することができれば被害を最小限におさえられるのではないかと問いかけ、これを授業課題とした。台風の動きのメカニズムを説明し、台風の進路に関わっている要因について注目させた。この知識を基に、日本に近づきつつある台風の進路予測を行わせ、防災的な考え方を身に付けさせた。

(2) 結果と考察

台風の特徴の理解については、進路を予測するという観点から学習をする場面を設けたため”台風の特徴が分かったから進路が考えやすかった”などの考えが多数記述された。さらに「台風の進路がどのように定まっていくか説明できますか」という設問において、「できる」「どちらかといえばできる」と回答した生徒が事前調査では 43%であったが、事後調査では 91%に上昇したことから台風の進路のメカニズム理解を促すことができたと考えられる (図 10)。

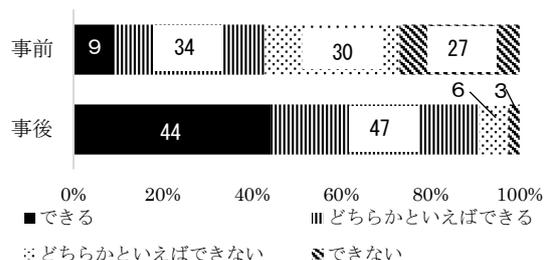


図 10 台風のメカニズムに関する理解度

次に防災意識については、被害や風速を実感させた上で、台風の進路を予想させたことにより”台風が来る前に安全を確保したい”などの記述が見られた。さらに台風への関心を1～4（数値が大きいほど台風への関心が強い）で設定し、授業実践前後における台風に対する関心の変容を分析すると、事前調査の段階でカテゴリー4の人数が全体の約3割であったが、事後調査では全体の約6割となったことから、生徒が台風に対して強く関心を抱き、防災意識が向上したと解釈できる（図11）。

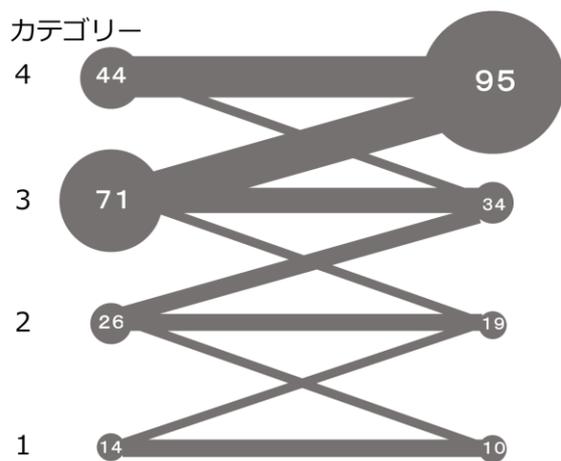


図11 台風に対する関心の変容

*カテゴリーの数値が大きいほど台風への関心が高いことを示す

以上の結果から、台風の進路のメカニズムの理解を高めること並びに防災意識を高めることができたと考えられる。

8 研究のまとめ

本研究では中学校理科における防災教育で育むべき資質・能力、特に自然災害のメカニズム理解と防災意識の向上を目指したカリキュラムを開発し、授業実践を通して、その有効性を検証した。

その結果、液状化に関するカリキュラムでは、液状化のメカニズムを理解したうえで液状化の起こりにくい地質の検討を行うことで、メカニズム理解の面で成果がみられた。また課題として実際に液状化対策を考える場面を設定したことに液状化に対して積極的な姿勢を養わせることができた。

次に台風に関するカリキュラムでは、台風が動くメカニズムを整理した上でそれらを活用する課題に取り組みさせたことにより台風の進路に関する理解の面で有効性がみられた。さらに事前に予測することで被害を最小限にとどめることができることができると気づかせる活動を取り入れたことにより防災意識の面で成果が見られた。

しかし、本研究では、資質・能力の評価を質問紙調査のみで行ったため、十分な評価を行うためには評価方法の再検討を行う必要があると考える。また、防災教育で育むべき資質・能力の育成を充分に行うためには今回のような短期的な授業実践だけではなく、教科横断的に中学校3年間を通じた防災教育の実践が必要だと考えられる¹⁰⁾。さらに今回は液状化と台風を題材としたが、それら以外にも多くの自然災害があるため、それらを含めたカリキュラムの開発も必要だと考えられる。

【引用・参考文献】

- 1) The World Bank, 「Natural Disaster Hotspots A Global Risk Analysis」, 『Disaster Risk Management Series』, NO.5, 2005.
- 2) 内閣府, 『平成22年版防災白書』, http://www.bousai.go.jp/kaigirep/hakusho/h22/bousai2010/html/honbun/2_b_ls_1_01.htm, (2019年2月7日アクセス)。
- 3) 東日本大震災復興構想会議, 『復興への提言～悲惨のなかの希望～』, <https://www.cas.go.jp/jp/fukkou/pdf/fukkouhenoteigen.pdf>, (2019年2月7日アクセス)。
- 4) 文部科学省, 『中学校学習指導要領(平成29年告示)解説理科編』, 学校図書, 2018年。
- 5) 文部科学省, 『学校防災のための参考資料「生きる力」を育む防災教育の展開』, <https://anzenkyouiku.mext.go.jp/mextshiryoudata/saigai03.pdf>, (2019年2月7日アクセス)。
- 6) 矢守克也, 「防災教育における理科教育の役割」, 『Rimse』, No.4, 2013, pp.2-8。
- 7) 此松昌彦, 「理科新学習指導要領からの防災教育」, 『和歌山大学災害科学教育研究センター研究報告』, 2018。
- 8) 渡邊正樹, 『東京都公立学校における防犯・防災教育の実態と課題』, <http://www.u-gakugei.ac.jp/~masawata/safetyedu2005.pdf>, (2019年2月7日アクセス)。
- 9) 川村宇史, 「震災に対する防災教育の実践と課題—仙台市における学校教育を事例に—」, 『東北大学機関リポジトリ』, <http://hdl.handle.net/10097/34735> (2019年2月7日アクセス)。
- 10) 村山良之, 「山形県の学校における防災教育の実態と課題」, 『山形大学教職・教育実践研究』, 4号, 2009, pp.83-92。
- 11) 藤岡達也, 「理科教育をめぐるグローバル人材育成と持続可能な社会をつくる積極的防災教育」, 『理科の教育』, 第64巻, 756号, 2015, pp.11-15。
- 12) 井上純一・磯崎哲夫編著, 『中等理科教育』, 協同出版, 2014, pp.132-142。
- 13) 名越利幸, 「天気予報の科学を中心とした新しい気象カリキュラムの提案」, 『日本科学教育学会研究会研究報告』, 14巻, 6号, 2000, pp.45-50。
- 14) 林武広, 「地学の学習におけるマルチメディア活用の意義と有効性」, 『地学教育』, 55巻, 6号, 2002, pp.245-257。
- 15) 五島政一, 「防災教育に関連する新学習指導要領の内容と理科を中心とした防災教育の在り方と推進」, 『理科の教育』, 59巻, 698号, 2010, pp.10-13。