

小中学校における科学的な見方や考え方の育成のための課題と その評価に関する研究

— 地震災害を題材とした学習課題の開発を中心として —

風呂 和志 三田 幸司 柘植 一輝 柴 一実
山崎 敬人

1. はじめに

平成24年度実施の全国学力・学習状況調査から児童・生徒の理科における課題が明らかになった。小学校では観察・実験の結果を整理し考察すること、科学的な言葉や概念を使用して考えたり説明したりすることであった。中学校では実験の計画や考察などを検討し改善したことを科学的な根拠を基に説明すること、実生活のある場面において理科に関する基礎的・基本的な知識や技能を活用することであった¹⁾。言語の活用は論理的な思考に基づく知的活動の基礎²⁾であり、実証性・再現性・客観性を思考様式に持たせることで科学的な見方や考え方が養われる。このように考えると、調査結果から科学的な見方や考え方を十分に養えていない状況であると言える。

堀(2005)は「科学的思考の評価は、内容を明確にし、具体的場面に適用、さらにそれらがどうなればよいのか、構造的に把握することが重要である。」と述べ、具体的場面や評価基準の設定の重要性を説いている³⁾。科学的思考に限らず、学校教育で育成の目標とする様々な資質・能力は具体的場面への適用がなされてこそ、生きてはたらく力となる。理科教育は自然事象を対象にして子どもの資質・能力を育てている。授業で行う科学的思考の評価は自然事象と日常生活がかかわる場面を想定して行う必要があると考えられる。

そこで本研究では自然事象と日常生活がかかわる場面として地震災害を題材として選んだ。現行の学習指導要領では小学校第6学年と中学校第1学年で地震災害について扱う計画になっている。地震災害に対する科学的な見方や考え方は自らの安全を確保するために欠かすことができない能力である。地震災害を例として、小中学校の学習内容の系統性を踏まえながら、具

体的場面を想定した学習課題とその評価基準を開発することは科学的な見方や考え方の育成の提言になると考える。

2. 研究の目的

本研究では、小中学校理科において地震災害に対する科学的な見方や考え方を育成するための学習課題を考案・実施し、その効果や評価の在り方、小中学校理科における地震に関する学習内容の在り方について検討していくことを目的とした。

3. 研究の方法

科学的な見方や考え方の特徴は実証性や再現性、客観性を重視することであり、それが意思決定や行動選択の判断基準になることが重要である。そこで、まず地震災害に対する科学的な見方や考え方の到達目標について検討した。次に、実施の効果を検証するために実験群と統制群を設定したテスト計画を作成した。そして、実験群と統制群が等価かどうかを判定するために、地震が起きたときの行動に関する質問紙を作成し、事前調査を行った。また、事前調査の結果を用いて小中学校の理科における地震に関する学習内容を検討した。さらに、学習内容の系統性を検討しながら地震災害に対する科学的な見方や考え方を育成するための学習課題を考案した。また、その学習効果を検証するための評価テストを作成した。以下にその詳細について述べる。

(1) 地震災害に対する科学的な見方や考え方の到達目標の検討

地震災害に直面した時に適切な意思決定や行動選択

Kazushi Furo, Koji Sanda, Kazuki Tsuge, Kazumi Shiba, and Takahito Yamasaki: A study on the development of learning tasks and assessment criteria to improve students' scientific views in elementary and junior high school science—Focusing on the topic “earthquake disaster”

は自らの安全を確保するために必要である。適切な意思決定や行動選択には地震災害の知識が活用されなければならない。地震災害の知識とは災害が発生するしくみや地域で想定される地震災害の種類ととらえる。その知識を現実の状況に適用するときの実証性や再現性、客観性を重視した思考が必要である。過去に起こった災害を知ることはこのような思考に欠かせない。しかし、想定外の災害には過去の知識は活用できない。そこで必要となる知識は災害が発生するしくみに関する知識である。また、地震災害が発生するしくみを説明する教具が開発されており、この教具を用いると地震災害を比較的簡単に再現することができる。適切な課題を与えることで子どもが実験を通して地震災害のしくみや規則性を発見することもできる。

以上のことから、本研究では、「自らの安全を確保するための意思決定や行動選択の理由を災害発生のしくみや地域の特徴に基づいて説明できる。」を地震災害に対する科学的な見方や考え方の到達目標と設定した。

(2) 実施の効果を検証するためのテスト計画

本研究では、地震災害に対する科学的な見方や考え方を育成する指導として課題解決学習を実施した。考案した学習課題を子どもたちが解決する過程を通して科学的な見方や考え方の育成が期待できると考えたからである。この効果を検証するために、不等価2群事前事後テストデザインを用いた⁴⁾。附属三原小中学校は1学年2学級である。そこで、課題解決学習を実施する実験群として1つの学級を選び、他の学級をこれまでの学習指導を実施する統制群とした。事前には質問紙調査を実施し、両群が等価であるかどうかを調査した。また、事後には評価テストを実施し、事前調査を踏まえながら実施の効果を検証する計画を立てた。

(3) 地震が起きたときの行動に関する質問紙の作成

実験群と統制群、小学校第6学年と中学校第1学年の子どもの学習状況を比較・調査するために地震が起きたときの行動とその理由を問う質問紙を作成した。作成した質問紙は資料1に示す。質問内容は、①緊急地震速報を聞いた後の行動とその理由、②本震直後の行動とその理由についてである。ここでは①と②に分けて、質問内容とその回答の評価基準について説明する。

①緊急地震速報を聞いた後の行動とその理由について

相場ら(2014)の調査によると、小学4年生以上の子どもは地震について学ぶために十分な体験的な知識を持っていることが分かった⁵⁾。相場らは小学校第6学年の子どもを対象に地震のゆれの伝わり方を教え、

緊急地震速報の科学的な意味を理解させる実践を行った。学習内容は地震の原因や地震波とその特徴、初期微動継続時間等である。実践では小学校第6学年の子どもに緊急地震速報に対する理解を深めることができたことが指摘されている。

本研究では小学校学習指導要領の範囲以上の学習内容を指導することは構想していない。しかし、緊急地震速報の科学的な意味の理解がなくとも、地震発生直前にとるべき行動については大きな差はないと考えた。地震に対して身を守る行動にはほとんど選択の余地がないからである。鹿江ら(2003)は、自宅の部屋にいたときに中学校第3学年の子ども(76名)がとる行動について質問紙で調査している⁶⁾。本研究の質問紙については、鹿江らの質問紙の状況に緊急地震速報の運用を加えて作成した。質問紙に示した子ども部屋のような示す図についても鹿江らの質問紙を参考にして作成した。

緊急地震速報後、主要動が到達するまでの時間は数秒から十数秒しかないため、危機回避のために1~3つの行動しかできないと判断し、質問紙では3つまでの行動を問うこととした。回答時間は1分とした。

緊急地震速報を聞いた後の望ましい行動とその理由について、防災に関する図書⁷⁾や映像教材^{8),9)}、消防庁のHP¹⁰⁾を参考にして、表1のようにまとめた。そして、この質問に対する回答の評価基準を表2のように設定した。

表1 地震直前の望ましい行動とその理由や根拠

望ましい行動		その理由や根拠	
行動①	緊急地震速報を聞いた後は周りの人に地震が来ることを大声で知らせる。	理由①	メディアに接続している名に伝えられるので、速報を知らない人もいる。大きな声で伝えることで家族の安全を守ることができるから。
行動②	倒れそうなものや窓ガラスなどの壊れそうなものから離れる。	理由②	耐震対策をしていなければ本棚などが倒れる可能性がある。また、窓ガラスは揺れによって破損する可能性があるから。
行動③	身を守るために机の下に入ったり、布団をかぶったりする。	理由③	倒れているものやガラスの破片によって頭にけがを負うと意識を失ったり、出血によって動けなくなったりしてしまうから。
行動④	出口の確保をする。	理由④	建物が歪み、ドアが開かなくなる。脱出できなくなるから。

②本震直後の行動とその理由について

本震直後の行動とその理由についての質問は前問の状況を踏まえたものとした。本震直後は地震災害について学習した知識を活用する場面である。鹿江らの研究では同じ状況での行動を1分間で回答するように指示している。小学校第6学年と中学校第1学年の子どもに実施することを考え、本震直後から約5分間の行動とその理由を3分間で回答させることとした。

表2 地震直前の行動と理由の回答に対する評価基準

評点	記述内容
5	緊急地震速報を聞いた後の行動として、表1の①②③④のうち、2つ以上を回答し、その理由や根拠も上記の内容に近い。回答の順番も実際の行動として自然である。
4	緊急地震速報を聞いた後の行動として、表1の①②③④のうち、2つ回答し、その理由や根拠も上記の内容に近い。回答の順番も実際の行動として自然である。しかし、身の安全を図れない行動や無意味な行動が含まれている。
3	緊急地震速報を聞いた後の行動として、表1の①②③④のうち、1つ回答している。しかし、回答の順番が身の安全を図れないものになっている。あるいは、行動の理由や根拠が状況に基づいていないものであったり示されていない。
2	緊急地震速報を聞いた後の行動として身の安全を図れない行動や無意味な行動とその理由を回答している。
1	緊急地震速報を聞いた後の行動として身の安全を図れない行動や無意味な行動を回答しているが、その理由や根拠が回答されていない。
0	回答がない。(空白)

表3 本震直後の望ましい行動とその理由や根拠

望ましい行動		その理由や根拠	
行動①	あわてず行動せず、身の安全を確保する。スリッパを履いたり、頭を守るものをかぶったりする。	理由①	家具が転倒したり、ガラスが割れたりして部屋の状況が変わっている。また、大きな余震の可能性も高い。引き続き自分の身の安全を考えた行動をしなければならない。
行動②	窓や戸を開けて出口を確保する。	理由②	震度が大きかった場合、建物が傾いて戸や窓が開かなくなる恐れがある。また、地割れや液状化現象などによって徐々に傾く場合もある。逃げ道を確保するために、窓や戸は開けておく必要がある。
行動③	火元の確認をする。ストーブやガスの元栓、電化製品のコンセント、ブレーカーを確認したり、切ったりする。	理由③	地震の2次災害で注意しなければならないのは火災である。電化製品やガスメーターには感震装置がついているが、作動していることを確認する必要がある。コンセントからの火災もあるのでプラグを抜いたり、ブレーカーを落としたりする必要がある。
行動④	家族の安否を確認する。離れている家族には災害用伝言ダイヤルやメール、SNSなどで連絡を試みる。	理由④	家にいる家族の安全を確認する。物の下敷きなどになっている場合があり、早期の救出のために必要である。
行動⑤	ラジオやテレビなどを使って津波情報や災害状況を把握する。	理由⑤	情報を得ることは落ち着いて行動をとるために欠かせない。地震の規模や震度、震源の場所などから次の行動を決めることができる。
行動⑥	貴重品や当面必要となるものを優先的にまとめる。	理由⑥	家を出て避難する場合、火災や窃盗などで失う恐れが高い。
行動⑦	水を浴槽やバケツにためる。	理由⑦	水道管が破裂している恐れがある。飲料水のほか、トイレ用の水を確保する必要がある。

本震直後の望ましい行動とその理由や根拠について、表3のようにまとめた。そして、この質問に対する回答の評価基準を表4のように設定した。

(4) 学習課題の作成と評価について

発達段階に応じた防災教育(文部科学省 学校における防災教育)では、知識、思考・判断の到達目標¹¹⁾を小学校段階では「地域で起こりやすい災害や

地域における過去の災害について理解し、安全な行動をとるための判断に生かすことができる。」、中学校段階では「災害発生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。」としている。

表4 本震直後の行動と理由の回答に対する評価基準

評点	記述内容
5	地震直後の行動として、表3の①②③④⑤⑥⑦のうち3つを回答し、その理由や根拠も上記の内容に近い。
4	地震直後の行動として、表3の①②③④⑤⑥⑦のうち3つ回答しているが、その理由や根拠の中に状況を考えていないものが含まれている。
3	地震直後の行動として、表3の①②③④⑤⑥⑦のうち2つ回答し、その理由や根拠も上記の内容に近い。
2	地震直後の行動として、表3の①②③④⑤⑥⑦のうち1つ回答し、その理由や根拠も上記の内容に近い。
1	地震直後の行動として、表3の①②③④⑤⑥⑦とは異なるものを回答している。あるいは、同じものを1つ以上回答していても理由や根拠が異なっていたり、書かれていなかったりする。
0	回答がない。(空白)

現行の小学校学習指導要領では災害発生メカニズムについて学ばない。しかし、地震災害や防災に関する報道の中で地震や津波の発生メカニズムは繰り返し説明されてきており、子どもたちがそれらを見聞する機会も増えているのが現状である。本研究の対象は小学校第6学年と中学校第1学年であり、生活経験の差は1年である。以上のことから、小学校第6学年が地震や津波が発生するメカニズムの基礎を理解し、安全な行動にその理解を生かすことが可能であると考えた。

開発した課題は海溝型地震、津波、液状化現象についてのものである。実証性や再現性、客観性を重視する思考様式を身に付けさせるために、教具を繰り返し操作して得た結果を吟味・検討することで解決するものとした。

課題解決に対する評価は子どもの記述を対象とした。評価の観点は科学的な見方や考え方として、評価規準に対する到達度を3段階に設定した評価基準表を作成して行った。

①地震発生説明器を用いた課題

教具は地震発生説明器(ヤガミ、4268500 EI-60)を用いた。この教具は海溝で起きる地震が発生するしくみを説明することができる。指定された方向にハンドルを回すことで、海溝でのプレートの沈み込みとプレートの跳ね上がりを模式的に表している。南海地震の周期を100~200年としてハンドルを回す速さを指定することで海溝型地震の発生周期をおおまかに見出すことができると考えた。作成した学習課題とその評価規準を表5に示す。

表5 海溝型地震の発生周期を見出す学習課題

学習課題	評価規準	評価基準		
		十分満足できる	概ね満足できる	指導を要する
ハンドルを右回りに1秒間に1cmのペースで回転すると、何秒ごとに曲げられたところが跳ね上がるか。また、1秒間を10年として海溝付近を震源とする地震の周期を求めなさい	教具における跳ね上がりの周期を求め、その結果を用いて海溝付近を震源とする地震の周期を見出すことができる。	複数回測定して結果を求めるとともに、地震の周期を100～200年であることを見出している。	複数回測定して結果を求めるとともに、地震の周期を見出している。	複数回測定して結果を求めているが、地震の周期は見出せない。

②津波発生説明器を用いた学習課題

教具は津波の発生モデル実験器（ヤガミ、6065200 TP-90）を用いた。この教具は海溝型地震によって津波が発生するしくみを説明することができる。波起こし板の上下運動でモデル内に人工の津波を繰り返して起こすことができる。そこで津波が起きるときの波打ち際の水の運動を調べたり、津波の伝わる速さの測定をしたりした結果に基づく課題を開発した（表6）。

表6 津波に関する学習課題

学習課題	評価規準	評価基準		
		十分満足できる	概ね満足できる	指導を要する
・津波が発生するときの波打ち際の水の運動のようすから、津波の前はいつも引き潮になると言えるかどうか判断しなさい。	波起こし板の運動方向によって波打ち際の水の運動の向きが異なることから、津波の前兆は場合によって異なることを説明する。	波起こし板の運動方向と波打ち際の水の運動の向きとの関係を整理し、津波の前兆を場合に分けて説明している。	波起こし板による津波の発生のおよそ前兆は場合によって異なることを説明している。	波起こし板による津波の発生のおよそ前兆について説明していない。
・津波が海を伝わる速さと海岸から陸地に押し寄せる速さの比から、津波から身を守るためにはどうすればよいか。	速さの比に基づいて、津波発生時の情報を得たら安全な場所へ素早く避難する必要があることを述べる。	おおよその速さの比を求め、海を伝わる速さの方が大きいことを見出すとともに、津波が発生したら安全な場所へ素早く避難することを述べている。	おおよその速さの比を求めるとともに、津波が発生したら安全な場所へ素早く避難することを述べている。	津波が発生したら安全な場所へ素早く避難することを述べているが、速さの測定を間違っていたり、速さの比を求めていなかったりする。

③液状化現象モデル実験器を用いた学習課題

液状化現象モデル実験器は2台自作して用いた。透明な水槽に水を含んだ砂を入れ、電動マッサージ機で振動を与える簡単な装置である。木片を組み合わせて建物の模型を作製した。模型の下には木ねじや座金を用いて基礎の部分を取り付け、安定性を増すように工夫した。作成した教具では砂の取り換えや水の排出が

なく、繰り返し液状化現象を調べることができた。そこで、液状化現象が起きるまでの時間を調べた結果に基づき課題を開発した（表7）。

表7 液状化現象に関する学習課題

学習課題	評価規準	評価基準		
		十分満足できる	概ね満足できる	指導を要する
やわらかい土地では振動を加えるとどれくらいの時間で液状化現象が起きるかを調べなさい。三原市では南海地震によって4分間ゆれ続けると予想されている。液状化現象に対する対策は必要かどうか、またその対策はどうすればよいか述べなさい。	モデル実験の結果から長時間ゆれが続く場合、液状化現象が起きることを見出すとともに、液状化現象への対策を説明している。	実験結果から南海地震によって液状化現象が起きる可能性を予見し、対策の必要性和具体的な案を説明している。	実験結果から南海地震によって液状化現象が起きる可能性や対策の必要性を説明している。	実験結果から南海地震によって液状化現象が起きる可能性を説明している。

(5) 評価テストと評価基準の作成

作成した学習課題と地域で過去に起こった地震災害、及び想定されている地震災害を踏まえて評価テストを作成した。過去に起こった地震災害として2001年の芸予地震の震源、震度などの記録¹²⁾を参考とした。また、今後起こりうる地震として南海地震を題材とした。南海地震による想定被害については広島県三原市が作成したハザードマップ¹³⁾、及び津波ハザードマップ¹⁴⁾を参考とした。

テストは3つの大問からなり、大問1は南海地震を想定して作成したもの、大問2は芸予地震と同じ原因の地震を想定して作成したもの、大問3は地震災害に対する備えの根拠を問うものである。大問1と2にはメディアから受け取る情報を提示し、災害の種類や有無、避難準備や避難場所について考えさせるようにした。すべての問題に評価基準を設定し、3点満点として得点化し、合計点を地震災害に対する科学的な見方や考え方の到達度とした。なお、小学校では地震波の伝わる速さと初期微動継続時間を扱っていないため、中学校の評価テストの大問1と大問2のそれぞれ問1は小学校の評価テストからは除外している。そのため、中学校の評価テストは30点満点、小学校は24点満点となっている。また、大問3の解答の評価基準は小中学校の学習内容の差を踏まえて変更している。その他の問題については全て小中学校共通である。

評価テストおよび問いごとの評価基準は中学校で実施したものを資料2(1)、2(2)、3に示す。

4. 授業実践

(1) 小学校の実践

①対象生徒

広島大学附属三原小学校第6学年2組の子ども（39名）を実験群として授業実践を行った。なお、統制群は同1組の子ども（39名）とし、両クラスとも第2筆者が授業を行った。

②実施時期

実験群に対して、単元「大地のつくりと変化」のうち地層のでき方を確かめる実験と地震に関する授業を平成26年11月20日から平成26年12月9日の期間に合計7時間実施した。このうち教具を用いた課題解決を行う授業は平成26年12月4日に1時間実施した（7時間中6時間目）。実験群に対しては11月下旬～12月上旬にかけて課題解決を除く授業を合計6時間実施した。

③学習指導計画

実験群に対して実施した7時間の学習指導計画は表8の通りである。

表8 学習指導計画（小学校）

時	学習内容	目標
1	地層のでき方	実験装置を用いて地層のでき方を観察し、大地のつくりについてイメージをもつ。
2	地震のメカニズム	地震が発生する原因や場所によって海溝型と直下型に分けられることを理解する。
3	地震で起きる災害	地震によって液状化や津波、土地の隆起・沈降、地滑りが起きること、これらの災害は三原市でも起きる可能性があることを理解する。
4	地震のゆれの特徴	P波とS波の違いや震源と震央の違い、震度とマグニチュードの違いを理解する。
5	緊急地震速報のしくみ	緊急地震速報がゆれの到達前に報じられる理由を理解する。
6	地震災害が起きるしくみ	地震、津波、液状化現象が起きるしくみを理解する。
7	地震から身を守る	南海地震を想定し、学校や自宅での避難行動を考える。

④教具を操作しながら課題解決を行う授業実践の概要

それぞれの子どもが3種類の教具を扱う機会を均等にするために、地震、津波、液状化の教具各1台を別々の実験台に置き、子どもたちを3つのグループに分けて10分間ずつのローテーションとした。

(2) 中学校の実践

①対象生徒

広島大学附属三原中学校第1学年1組の子ども（40名）を実験群として第1筆者が授業実践を行った。なお、統制群は同2組の子ども（40名）とし、著者以外の教員が授業を行った。

②実施時期

実験群に対して単元「大地の変化」のうち地震に関する授業を平成26年10月28日から平成26年11月12日の期間に合計7時間実施した。このうち教具を用いた課題解決を行う授業は平成26年11月7日に1時間実施した（7時間中6時間目）。実験群に対しては11月上旬～中旬にかけて課題解決を除く授業を合計6時間実施した。

③学習指導計画

実験群に対して実施した7時間の学習指導計画は表9の通りである。

表9 学習指導計画（中学校）

時	学習内容	目標
1	地震のゆれの特徴	地震から身を守るために地震計に記録されたゆれの特徴を理解する。
2	地震のゆれの伝わり方①	地震計の記録を使って地震のゆれの伝わり方を作図を通して理解する。
3	地震のゆれの伝わり方②	地震のゆれの伝わり方を計算したりグラフに表したりして理解する。
4	震度とマグニチュード	地震の災害を科学的な視点で考えるために震度やマグニチュードについて理解する。
5	地震による災害の種類	地域での過去の地震災害を通して地震による災害を震源の深さやマグニチュードの大きさから見出す。
6	地震災害が起きるしくみ ー地震、津波、液状化現象ー	課題解決を通して地震、津波、液状化現象の起きるしくみを理解し、これらから身を守るための行動を三原市の成り立ちを踏まえて考える。
7	地震が起きる場所と地震の起きる原因	日本で地震が多く起きている場所とその場所での岩盤のずれ方や壊れ方の特徴を理解する。

④教具を操作しながら課題解決を行う授業実践の概要

学習課題を提示する前に三原城の昔の見取り図などを使って、三原市の市街地が埋立てによってできていったことを見出させた。その後、授業目標や教具の操作の注意点、課題、教具の設置場所等をクラス全体に対してプレゼンテーションソフトを用いて指導した。課題に対する答えは子ども一人ひとりに考えさせ、班で交流した。課題解決のための活動時間は35分間とした。



写真1 海溝型地震の発生周期を調べているようす

教具を種類ごとに実験台に置き、時間内なら何度でも自由に移動して操作できるようにした（写真1）。地震、津波、液状化現象を説明する教具にはストップウォッチを2～4個置いて、他の班の操作中も測定できるようにした。また、他に、市販の防災掛図や非常持ち出しセット、防災ラジオを教室内に置き、防災に対する意欲を高める工夫を行った。

表11 学習課題の評価結果

学習課題	得点			平均値
	1点	2点	3点	
地震	11名	23名	4名	1.8
津波1	5名	29名	4名	2.0
津波2	16名	19名	3名	1.7
液状化	5名	26名	7名	2.1

5. 結果と考察

(1) 小学校

①事前調査の結果と考察

調査結果を表10に示す。

表10 事前調査の結果（実験群N=39, 統制群N=39）

問題	平均値（標準偏差）		F値	t値
	実験群	統制群		
地震直前の行動	2.67 (.66)	2.74 (.72)	1.166 ns	-0.493 ns
本震後の行動	2.59 (.85)	2.39 (.67)	1.592 ns	1.182 ns

ns：有意でない

地震直前の行動の得点についてt検定を行うと、 $t(76) = -0.493$ であり、5%未満の有意水準で2群の平均値の間に有意な差は見られなかった。従って、実験群と統制群の間に緊急地震速報を聞いた後での行動とその理由や根拠の記述の差がなく、評価テストの結果から指導の効果を検証するためには支障がないと判断した。

また、本震後の行動の得点についてt検定を行うと、 $t(76) = 1.182$ であり、5%未満の有意水準で2群の平均値の間に有意な差は見られなかった。従って、実験群と統制群の間に本震が収まった後の行動とその理由や根拠の記述の差がなく、評価テストの結果から指導の効果を検証するためには支障がないと判断した。

②学習課題に対する評価結果と考察

4つの学習課題に対する記述に関する3段階の評価基準に対して、十分満足できるものを3点、満足できるものを2点、指導を要するものを1点として点数化した。ここでは、4つの学習課題別の平均値から考察する。なお、実験群の学級は39名であるが、調査日に1名欠席したため、38名となっている。

地震と津波2については平均値が2.0を下回っていたことから、小学校第6学年の子どもにとってこれらの学習課題は少し難易度が高かったのではないかと考えられる。

③評価テストの結果と考察

評価テストの結果を表12に示す。

表12 評価テストの結果（実験群N=36, 統制群N=39）

評価テスト	平均値（標準偏差）		F値	t値
	実験群	統制群		
評価テスト	7.92 (2.69)	7.56 (3.05)	1.289 ns	.529 ns

ns：有意でない

評価テストの結果についてt検定を行うと、 $t(73) = 0.529$ であり、5%未満の有意水準で2群の平均値の間に有意な差は見られなかった。このことから、教具を用いて学習課題に取り組む活動を取り入れても、小学校の子どもたちの地震災害に対する科学的な見方や考え方を高めることにはつながらなかったと考えられる。

(2) 中学校

①事前調査の結果と考察

2014年10月22日に実験群、統制群ともに事前調査を実施した。地震直前の行動と本震後の行動に関してそれぞれ結果をまとめ、考察した。

調査結果を表13に示す。実験群の学級は40名であるが、調査日に1名欠席したため、39名となっている。評点をそのまま子どもの得点として扱い、分析した。

表13 事前調査の結果（実験群N=39, 統制群N=40）

問題	平均値（標準偏差）		F値	t値
	実験群	統制群		
地震直前の行動	2.95 (.86)	2.73 (.68)	1.593 ns	1.288 ns
本震後の行動	2.44 (1.17)	2.55 (1.01)	1.327 ns	-0.465 ns

ns：有意でない

地震直前の行動の得点についてt検定を行うと、 $t(77) = 1.288$ であり、5%未満の有意水準で2群の平

均値の間に有意な差は見られなかった。従って、実験群と統制群の間に緊急地震速報を聞いた後での行動とその理由や根拠の記述の差がなく、評価テストの結果から指導の効果を検証するためには支障がないと判断した。

また、本震後の行動の得点についてt検定を行うと、 $t(77)=-0.465$ であり、5%未満の有意水準で2群の平均値の間に有意な差は見られなかった。従って、実験群と統制群の間に本震が収まった後の行動とその理由や根拠の記述の差がなく、評価テストの結果から指導の効果を検証するためには支障がないと判断した。

②学習課題に対する評価結果と考察

学習課題に対する記述に関する3段階の評価基準に対して、十分満足できるものを3点、満足できるものを2点、指導を要するものを1点として点数化した。ここでは、4つの学習課題に対する評価の合計点を用いて考察する。表14は集計結果を示す。

表14 学習課題の評価結果

平均値	標準偏差	得点分布			
		4～7点	8点	9～12点	合計
8.4	1.73	12名	10名	18名	40名

評価の平均点は8.4点で、すべて概ね満足できる評価となった場合の合計点8点を上回っている。得点分布も概ね満足できる評価以上の生徒の人数は28名となり、全体の70%となる。最低得点は5点で、人数は3名であった。以上のことから、作成した学習課題は中学校第1学年の子どもにとって難易度は高くなく、解決しやすいものになっていたと考える。

③評価テストの結果と考察

評価テストの実施は、実験群は2014年11月12日、統制群は11月26日であった。いずれも地震の学習終了後に実施した。表15に評価テストの結果を示す。

表15 評価テストの結果(実験群N=40, 統制群N=40)

	平均値 (標準偏差)		F値	t値
	実験群	統制群		
評価テスト	18.53 (3.60)	12.93 (5.15)	2.049*	5.642**

* $p < .05$ ** $p < .01$

2つの群の分散の差に関するF検定を行ったところ、分散に有意差が認められた。そこで、ウェルチの

検定を行い、2つの群の平均値の差を検定した。

その結果、 $t(69.742)=5.642$ となり、1%未満の有意水準で2つの群の平均値の間に有意な差があることがわかった。そこで、問題ごとに2つの群の平均値の差を分析した。結果を表16に示す。

表16 問題ごとの結果(実験群N=40, 統制群N=40)

	平均値 (標準偏差)		F値	t値
	実験群	統制群		
海溝型地震による津波の可能性	2.35 (.86)	1.88 (.94)	1.181 ns	2.355 *
直下型地震による津波の可能性	0.35 (.89)	0.23 (.80)	1.245 ns	0.659 ns
直下型地震による液状化現象の可能性	1.78 (1.48)	0.30 (.85)	2.992 **	5.471 **
地震に対する備えが必要な理由	1.03 (1.29)	0.38 (.74)	3.040 **	2.763 **

ns : 有意でない * $p < .05$ ** $p < .01$

直下型地震による津波の可能性についての問題以外は、いずれも実験群が統制群よりも平均値が有意に高い結果となった。直下型地震による津波の可能性については学習課題に設定していなかった。

事前調査と評価テストの結果から、教具を用いて学習課題に取り組む活動を授業に取り入れることで、中学校の子どもたちの地震災害に対する科学的な見方や考え方を高めることができたと考えられる。

中学生の科学的な見方や考え方を高める方策として、具体的な場面を想定した学習課題を設定し、教具などを使いながら課題解決させることが効果的であると言える。

(3) 小中学校理科における地震に関する学習内容

①事前調査の結果と考察

被験者を小学校第6学年と中学校第1学年に分けて集計した事前調査の結果を表17に示す。

問2(5点満点)の結果についてt検定を行うと、 $t(155)=1.115$ であり、5%未満の有意水準で小学校第6学年と中学校第1学年の平均値の間に有意な差は見られなかった。また、問3(5点満点)の結果について、2群の分散の差に関するF検定を行ったところ、分散に有意差が認められた。そこで、ウェルチの検定を行い、2つの群の平均値の差を検定した。その結果、 $t(140.665)=0.043$ となり、5%未満の有意水準で2つの群の平均値の間に有意な差は見られなかった。これらの結果から、小学校第6学年と中学校第1学年の間

には地震の直前直後の行動とその理由についての考えに差がないと言える。

表17 事前調査の小中学校の比較(小6 N=78, 中1 N=79)

問題	平均値 (標準偏差)		F値	t値
	小6	中1		
問2	2.71 (.69)	2.84 (.78)	1.277 ns	1.115 ns
問3	2.49 (.77)	2.49 (1.09)	1.991 **	0.043 ns

ns : 有意でない * $p < .05$ ** $p < .01$

中学校第1学年の平均値が地震の学習を行う前の小学校第6学年の平均値と同じであることから、現行の小学校理科の学習指導要領の範囲で行う地震の学習は、地震災害に対して安全な行動をとるための判断に影響を与えていないと言える。地震災害に対する科学的な見方や考え方を養わなければ、その危険性を理解することはできない。小学校における防災教育の目標を達成するためには、過去に起こった地震災害に加え、起きるしくみについても学習指導していく必要があると考える。

6. まとめと今後の課題

事前調査の結果から、地震災害に対して安全な行動をとるための判断には小学校第6学年と中学校第1学年の間に差が見られなかった。一方、教具を使いながら学習課題の解決を行うことについては、小学校第6学年の地震災害に対する科学的な見方や考え方の育成には効果が見られなかったものの、中学校第1学年については効果が見られた。これには2つの原因が考えられる。1つは取り組ませた学習課題が小学校第6学年にとってやや難易度が高かったことである。もう1つは、小学校第6学年の平均到達度が実験群・統制群ともに約3割であったことから、学習内容が定着していなかったことが考えられる。地震災害に対する科学的な見方や考え方を育成するためには子どもの興味関心や学校が立地している地域の地理的条件を踏まえた学習内容の精選と、難易度がやや高い学習内容を定着させるための指導方法の開発が必要であろう。

本研究では先行研究や関連図書などを参考にして、評価基準表を作成し、評価を行った。科学的な見方や考え方の評価対象には子どもの記述を取り上げることが多い。今回の評価基準表は、地震災害に対する子どもの記述について予備調査を実施せずに作成したこともあり、分析段階において部分的な修正が必要となった。具体的な場面に応じた科学的な見方や考え方を的

確に指導するためには、事前に実践対象の子どもの記述を集め、分析し、評価基準を作成する必要がある。

最後に、本研究で作成した津波に関する学習課題は津波の有無を判断する力を高める点で効果が認められなかった。中学校の実験群の評価テストを分析したところ、瀬戸内沿岸を震源とする地震でも津波が発生すると答えた中学生が40名中34名であった。開発した学習課題では津波が起きる原因について十分理解させることができていないことが明らかになった。津波の発生の有無の判断は重要である。震源の水深や地盤の変化量と津波の有無を調べる課題を開発する必要がある。

引用(参考)文献

- 1) 文部科学省(2012):平成24年度全国学力・学習状況調査 調査結果のポイント, http://www.nier.go.jp/12chousakekkahoukoku/02point/24_chousakekka_point.pdf
- 2) 片平克弘(2009):「科学的な言語能力育成の意義と課題」,『理科の教育』, Vol.58, No.8, p.5, 東洋館出版社.
- 3) 堀哲夫(2005):「科学的思考の課題とその育成」『理科の教育』 Vol.54, No.7, p.11, 東洋館出版社.
- 4) 南風原智和・市川伸一・下山晴彦編(2004):「心理学研究法入門」, pp.123-152, 東京大学出版会.
- 5) 相場博明他(2014):「小学生における地震教育の提言—緊急地震速報を取り入れた授業実践を踏まえて—」,『理科教育学研究』, Vol.55, No.2, pp.149-157.
- 6) 鹿江宏明他(2003):「防災リテラシーの確立を目指した小・中・高等学校一貫教育の創造(2)—地震災害を基軸に据えた授業実践—」,『広島大学学部附属共同研究紀要』, 第31号, pp.167-173.
- 7) 国崎信江(2011):「地震の準備帖」, NHK出版.
- 8) 地震防災DVD小学校編:NHK DVD, 東京書籍.
- 9) 地震防災DVD中学校編:NHK DVD, 東京書籍.
- 10) 消防庁:「地震防災マニュアル」http://www.fdma.go.jp/bousai_manual/
- 11) 文部科学省(2013):「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」, p.10
- 12) 内閣府:「防災情報のページ平成13年芸予地震(3月24日15時28分頃)について(第13報)」<http://www.bousai.go.jp/kohou/oshirase/h13/akinada1.html>
- 13) 三原市総合防災ハザードマップ <http://www.city.mihara.hiroshima.jp/soshiki/19/sougouhazad.html>
- 14) 三原市津波ハザードマップ <http://www.city.mihara.hiroshima.jp/uploaded/attachment/1406.pdf>

資料1 事前調査の質問紙

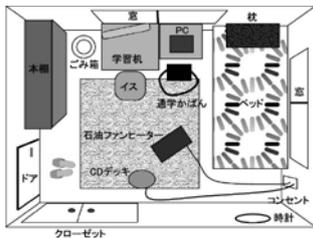
児童・生徒のみなさんへ

全国的に地震や津波が起きたときの被害を減らしていくとする取り組みが行われています。このアンケートは地震の際に身を守るための行動とその理由について質問するものです。質問内容をよく読んで回答してください。成績には関係ありませんが、先生が指定する時間のなかでできるだけたくさん考えたことを書いてください。

① 学年()年 学級()組 出席番号()番
名前()

② ある年の12月××日の夜、自分の部屋(上から見た図、アパートやマンションでない2階建ての一軒家の2階の部屋)でラジオを聴きながら勉強していました。家族は1階の別の部屋で過ごしていました。小さなゆれを感じたとき、

・・・♪チャイム音♪・・・「地震が発生しました。注意してください。運転中の方は急ブレーキを踏まないで下さい。屋内にいる人はまず、身の安全を図って下さい。緊急地震速報です。広島県に強い揺れが予想されると、気象庁が発表しました。運転中の方は急ブレーキを踏まないで下さい。屋内にいる人はまず、身の安全を図って下さい。」・・・♪チャイム音♪・・・



と放送されました。あなたはどのような行動をとりますか。最初にする行動から順番に3つまで答えてください。また、その理由も答えてください。(1分間)

①	理由
②	理由
③	理由

③ 自分の部屋で緊急地震速報を聞いた後、少しの時間の大きな揺れがありました。1階の部屋ではテレビが台から落ちたり、固定していない家具が倒れたりするほどの大きな揺れでした。この揺れが1分30秒ほど続いて、おさまりました。この後、あなたはどのような行動をとりますか、3つまで答えてください。また、その理由も答えてください。(3分間)

①	理由
②	理由
③	理由

ご協力ありがとうございました。

資料2 (1) 評価テスト

日付

生徒のみなさんへ

地震の学習が終わりました。学んだことを生かして地震が起きたとき、自分の身を守っていきましょう。このアンケートは地震の際に身を守るための行動とその理由について質問するものです。質問内容をよく読んで回答してください。

① 学年()年 学級()組 出席番号()番
名前()

② ある年の12月××日の夜、三原市にある自宅のリビング(上から見た図、アパートやマンションでない1階建ての一軒家の1階の部屋)で本棚側のソファーに座って家族とテレビを見ていました。他の家族は別の部屋で休んでいました。小さなゆれを感じたとき、テレビ画面が次のように変わり、緊急地震速報が放送されました(図2)。

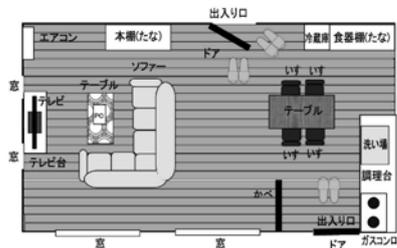


図1. リビングの見取り図

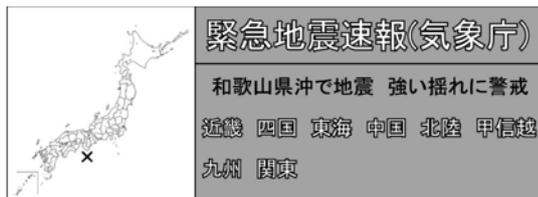


図2 緊急地震速報のテレビ画面 (×印は地震が起きた位置を表します。)

(1) 速報が発表されたときから強いゆれが来るまでの時間は、どのくらいあるでしょうか。また、そのように考えた理由も答えてください。ただし、P波とS波の伝わる速さをそれぞれ8km/秒、4km/秒、震源までの距離を320km、速報発表に要する時間を10秒として考えてください。

答	理由
---	----

(2) 強いゆれが来るまでにあなたはどのような行動をとりますか。優先する行動を2つ答えてください。また、その理由も答えてください。

行動1	行動1の理由
行動2	行動2の理由

(3) 強いゆれが2分くらい続いた後、町内会や市役所、消防などから避難準備情報(場合によって避難勧告や避難指示を行うことが予想されるため、避難の準備を呼びかけるもの)が出されました。避難の対象となっている災害の種類は何でしょうか。また、その災害が起きると考えられる理由を答えてください。また、避難準備情報に基づく家庭での準備の内容とどのような場所を避難場所を選ぶのかも答えてください。

災害の種類	理由
-------	----

準備の内容

避難場所

資料2 (2) 評価テスト

3 ある年の12月××日の夜、三原市にある自宅のリビング(図1)で本棚側のソファに座って家族とテレビを見ていました。他の家族は別の部屋で休んでいました。小さなゆれを感じたあと、大きな揺れが10秒ほど続きました。かろうじて倒れなかったテレビの画面が図3のように変わりました。

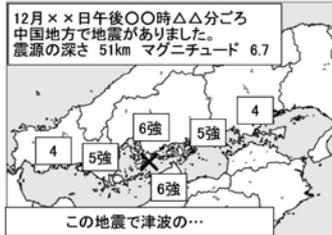


図3 地震の情報を示すテレビ画面(×印は地震が起きた位置を表します。)

(1) 緊急地震速報が流れなかったのはなぜですか。その理由を説明しなさい。

(2) この地震で津波の被害の有無とその理由を答えなさい。

津波の被害	理由

(3) 津波の被害の有無については(2)で考えました。自宅のある場所が三原市の中心部の住宅地にあるとして、それぞれどのような災害が予想されますか。予想した災害とその理由を答えなさい。

災害	理由

4 「広島県は地震がほとんど起きないので、日頃からそんなに意識して備えを行う必要がない。」という友だちがいたとします。地震やその災害に対する備えが必要であることを、地震が起きる原因を説明しながら、友だちを説得してください。

ご協力ありがとうございました。

資料3 評価テストの解答と評価基準

評価テスト解答 評価基準

2 (1)

解答例	理由
30秒	解答例P波の伝わる速さは8km/秒、S波の伝わる速さは4km/秒である。S波は80秒、P波は40秒かかって到着する。よって初期微動継続時間は40秒となる。速報が発表されるまでの時間が10秒とすると強い揺れが来るまでには30秒となる。

採点基準	理由欄が空白である。	解答を導く過程が間違っている。	解答を導く過程が正しい。
時間欄が空白である。	0点	0点	1点
時間欄が間違っている。	0点	0点	2点
時間欄が正しい。	1点	2点	3点

行動例	理由
<ul style="list-style-type: none"> TVを見ていない家族に強い揺れが来ることを知らせる。 本棚やテレビ、窓から離れる。 スリッパをはき、頭を守るものをのせる。 テーブルの下に入る。 出入り口を確保する。 	<ul style="list-style-type: none"> 緊急地震速報のち大きな揺れが起きるまでにはほとんど時間がない。メディアに接続している人に伝えられるので、速報を知らない人もいる。大きな声で伝えることで家族の安全を守ることができるから。 前震対策をしていなければ本棚などが倒れる可能性がある。また、窓ガラスは揺れることによって破損する可能性があるから。 倒れているものやガラスの破片によって頭や体がけがを負うと意識を失ったり、出血によって動けなくなったりしてしまうから。 建物が歪み、ドアが開かなくなる。脱出できなくなるから。

※強い揺れが来るまでに30秒程度しかない。あらかじめ想定していなければあわててしまい、1つの行動に10秒以上必要であると考えた。したがって、この設問では2つの行動を解答させることとした。

採点基準	理由欄が空白である。理由がすべて間違っている。	理由が一部間違っている。	理由が正しく書かれている。
行動欄が空白である。	0点	0点	0点
行動欄の回答が間違っている。	0点	0点	0点
行動欄に一部間違っている。	0点	1点	2点
行動欄が全て正しい。	1点	2点	3点

災害の種類	理由
津波	海溝付近を震源とする地震には多くの場合、津波の発生に伴うから。

※家のある場所によっては液状化現象や土砂崩れの可能性もある。しかし、場所が特定されていないため、これらの回答は正解に準ずるものとする。

採点基準	理由欄が空白である。理由がすべて間違っている。	理由が一部間違っている。	理由が正しく書かれている。
種類欄が空白である。	0点	0点	0点
種類欄に津波、液状化現象、土砂崩れ以外の災害を答えている。	0点	0点	0点
種類欄に津波以外の回答がある。	1点	2点	3点
津波と回答している。	1点	2点	3点

避難準備の内容例
コンセントからプラグを抜き、ブレーカーを落とす。ガスなどの元栓を閉める。貴重品をまとめる。体の保温のために必要なもの(12月)。情報を得るために必要なもの。3日分の保存食や飲料水。

※避難準備情報などで落ち着いて準備を行う。想定されている災害が津波であるため、避難が長期化する恐れがある。

採点基準	空白回答がすべて間違っている。	間違っている。	1つ正しく、他は間違っている。	2つ正しく、他は間違っている。	3つとも正しい。
避難準備の内容	0点	1点	2点	3点	

避難場所
自宅のある場所に近く、自宅よりも標高の高い避難場所へ行く。液状化現象の場合、市の中心部を避け、できるだけ地盤が固い避難場所へ行く。土砂崩れの場合：自宅近くの平地にある避難場所へ行く。

採点基準	空白 避難場所の選択が間違っている。	津波を想定した避難場所になっている。液状化や土砂崩れを想定した避難場所になっている。
避難場所	0点	3点

採点基準	空白 間違っている。	正しい。
緊急地震速報が間に合わない理由	0点	3点

津波の被害はないと考えられる。	理由
	津波が起きるのは海溝付近を震源とする地震の場合である。瀬戸内海は海も浅く津波が起きにくい。

採点基準	理由欄が空白である。理由が間違っている。	理由の一部が間違っている。	理由が正しく書かれている。
被害の有無について回答していない。被害があると答えている。被害がないと答えている。	0点	0点	0点
	1点	2点	3点

現象	理由
液状化現象	三原市の中心部は干拓地で地盤が弱いから。

採点基準	理由欄が空白である。理由がすべて間違っている。	理由が一部間違っている。	理由が正しく書かれている。
種類欄が空白である。種類欄に液状化現象以外の災害を答えている。	0点	0点	0点
液状化現象と回答している。	1点	2点	3点

採点基準	空白である。説明にキーワードが1つも含まれていない。	説明にキーワードが含まれているが、内容に間違いがある。	説明にキーワードが2つも含まれている。	説明にキーワードが3つも含まれている。
説明	0点	1点	2点	3点

採点基準	空白である。	説明にキーワードが含まれているが、内容に間違いがある。	説明にキーワードが2つも含まれている。	説明にキーワードが3つも含まれている。
説明	0点	1点	2点	3点

※キーワード プレート、海溝、断層、周期的

例 日本列島はプレートの動きによってとても大きな力を受けています。四国沖にもプレートの境界があり、そこでは周期的にプレートが跳ね上がり大きな地震が起きています。広島県でも大きなゆれや津波の被害が想定されています。また、広島県は大陸に向かって押されているため、断層が生じたり動いたりして大きな地震が起きる可能性があります。これらのことから、広島県に地震がないのは偶然で、安心できません。地震に対して備えておく必要があるのです。