

竜巻被災校の教訓をもとにした竜巻防災教育プログラムの開発と被災地外への展開の試み

An Attempt of Developing the Tornado Disaster Management Education Program Based on the Knowledge and Lessons of the Tornado-affected School and Applying them to Schools out of the Affected Area

永田 俊光¹, 木村 玲欧²

Toshimitsu NAGATA¹ and Reo KIMURA²

¹ 気象庁 宇都宮地方気象台

Utsunomiya Local Meteorological Observatory, Japan Meteorological Agency

² 兵庫県立大学 環境人間学部

School of Human Science and Environment, University of Hyogo

In this study, according to Addie process of instructional design, we developed the tornado disaster management education program to enhance "Zest for Lives" of children, based on the knowledge and lessons learned from damage and disaster response of the affected schools in tornado disaster that occurred in Tochigi and Saitama Prefecture. We practiced the program at tornado-affected or non-affected schools and examined the effectivity and applicability of the program to children in outside affected schools. The learning objectives of the program are 1) to understand the tornado as a natural phenomenon and precursory phenomena and to learn the corresponding behavior at the time of tornadoes approaching and 2) to correctly act on the appropriate decision when you quickly recognize the tornado occurrence: "package of decision-making process to tornado disaster".

Keywords: disaster management education programs and materials, tornado disaster, a zest for life, package of decision-making process, disaster response exercise

1. はじめに

(1) 竜巻に関する防災教育の現状と課題

局地的に甚大な被害をもたらす竜巻は、気象庁の「竜巻等の突風データベース」¹⁾によれば、1991年～2014年までに全国各地で406件（海上竜巻除く）が確認されている。

近年では、2012年5月6日、北関東で発生した複数の竜巻により、つくば市の死者1名を含む55名の人的被害や住家など全半壊585棟を含む2,400棟以上の物的被害等、広い範囲で甚大な災害をもたらされた。また、2013年9月2日、埼玉県越谷市では学校活動中の生徒が竜巻の直撃を受け、ガラスの飛散等により負傷する大きな被害が発生し、ニュース報道などメディアで大きく取り上げられるなど、全国各地で毎年のように発生し、時には甚大な被害をもたらす竜巻災害に対する国民の関心は高まっている。

政府は、これら全国で発生した甚大な竜巻災害を踏まえ、関係府省庁で構成する「竜巻等突風対策局長級会議」を開催し、国・自治体・住民が行うべき竜巻等突風対策を取りまとめ、防災教育の充実を盛込んだ具体的な施策を最終報告として2013年12月に公表した²⁾。

竜巻に関する防災教育に注目すると、文部科学省は、竜巻に備えるための知識や避難訓練の参考例を掲載した

『「生きる力」を育む防災教育の展開』³⁾やリーフレット「竜巻に対する学校の安全のために」⁴⁾を作成し、学校現場での竜巻に関する必要な防災対策への活用について都道府県教育委員会へ要請している。また、気象庁も専門的の見解のもとに「急な大雨・雷・竜巻から身を守ろう！」のリーフレット⁵⁾やDVD教材⁶⁾などの防災教育用教材を作成し、学校関係者や教科書出版社等へ竜巻に関する防災教育の普及啓発に取り組んでいる⁷⁾。防災関係機関と教育機関が連携した取り組みは効果的であり、地域の実情に応じた防災教育や教材開発の必要性については、「東日本大震災を受けた防災教育・防災管理等に関する有識者会議最終報告」⁸⁾においても提言されている。

一方、国の機関以外にも教育委員会や学校現場、研究者等が様々な防災教育の研究や教材開発を行っている。

喜々津⁹⁾は、学校での竜巻被害軽減を目的に、教育委員会が作成した竜巻に関する学校防災マニュアルや竜巻を想定した避難訓練などの事例を整理し、風工学の視点に基づいた竜巻対応マニュアル作成の考え方や具体的な危機管理対応を提案している。一井¹⁰⁾は、防災教育を学校現場で実践するために参考となる書籍や絵本、研究者が開発した防災ゲームなどの教材を紹介し、学校現場での実践事例や教材作成の考え方、普及啓発の課題等を整理しているが、

いずれも竜巻に関する防災教育の提案や教材開発には至っていない。また、竜巻防災教育の先行研究としては、永田・木村¹¹⁾が、2013年9月2日に埼玉県越谷市で発生した竜巻災害を事例に、児童生徒の竜巻発生時の心理・行動状態を把握するアンケートと聞き取りにより、竜巻防災教育で学習すべき能力（コンピテンシー）と課題を明らかにした上で、竜巻に関する防災授業と避難訓練を実践するための竜巻防災教育プログラムを提案している。しかし、1) 気象の専門家をゲストティーチャーに招聘して行う防災授業のあとに、ワークシートを解かせる「イベント型」の学習形態である、2) 授業で使用する教材（スライド）は複製や他への転用等ができない、3) カリキュラム化するためのプログラム構成になっていない点をプログラム利用上の課題として、更なる改善の必要性を指摘している。

東日本大震災以降、被災地域を中心に地震や津波に関する防災教育の積極的な研究や多くの教材が開発されているが、全国各地で発生する竜巻災害を踏まえた防災教育の先進的な研究や教材開発は進んでいないのが現状である。

局所的な現象であるが、甚大な被害をもたらす恐れのある竜巻から、児童生徒の安全を確保するためには、学校現場における防災教育の充実が急務である。

(2) 本研究の目的

前項で述べた竜巻防災教育の現状と課題を解決するため、児童生徒が竜巻に関する正しい知識を身につけ、自らの危険を予測し、回避する能力を高めるための防災教育・訓練の体系化が必要であるが、竜巻防災教育を実践するための教育プログラムは現状存在しない。

本研究では、栃木県・埼玉県で発生した竜巻により被災した学校の被害・対応と、栃木県内の被災地域の学校が実践している竜巻防災教育の実態を分析し、あるべき教育プログラムの姿を考察した上で、すべての学校、すべての学年で担当教員自身が児童生徒との日常の教授学習過程の中で授業・訓練を可能にする「竜巻防災教育プログラム」をインストラクショナル・デザインに沿って開発し、他地域への展開の可能性について論じたものである。

開発したプログラムは、1) 自然現象としての竜巻や予兆現象を理解した上で、竜巻接近時の対応行動を学び、2) 竜巻発生を正しく認知した時に適切に判断をして迅速に行動するという、「竜巻災害への行動のパッケージ化」を学ぶことを学習目的として設計しており、先行研究で課題であった、防災専門家の介入が必要なイベント的な授業にならず、学習の習熟度によって必要とする時間が変化させられ、柔軟性のある判断力を身に付けられる特徴と、学習前と学習後で学習評価できる仕組みも備え、教える教員が自由にプログラムを修正できるよう、独自性と汎用性を持たせている。

本研究では、竜巻防災教育プログラムの開発にあたり、現場教員が実際にプログラムによる授業実践や竜巻を想定した対応行動訓練を行い、学習者である児童生徒への効果測定によるプログラム評価と、実際に授業を行った教員の意見・要望を取り入れ、プログラムの一般化に必要な改善・改訂を行っており、学校現場ですぐにでも実践できる教育プログラムとして開発している。

(3) インストラクショナル・デザインの採用

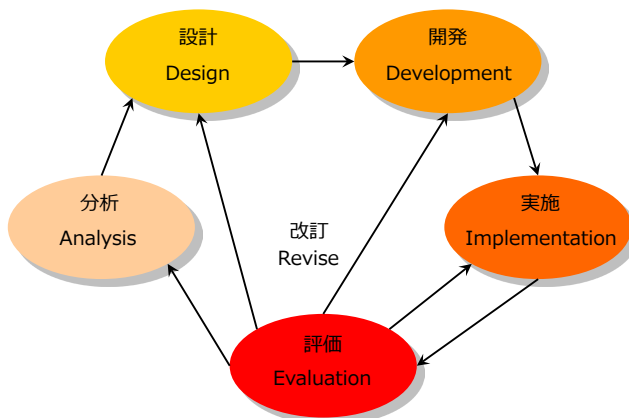
インストラクショナル・デザイン（Instructional Design:以下、ID）という教育学・心理学・教育工学における学習理論の考え方は、「教育活動の効果・効率・魅力を

高めるための手法を集大成したモデルや研究分野、またはそれらを用いて教材や授業などの学習環境を実現するプロセス（鈴木、2006）」¹²⁾として定義されている。

IDは、教えることのプロセスに重点を置くのではなく、学習のプロセスを支援することに焦点をあて、「誰に」、「何を」、「どう」学ばせ、学習をいかに支援するかという、学習者の意図的学習を効果的に促進するために必要なフレームを構築していくものである。これは、より良い学習環境を総合的にデザインすることを目指す考え方の一つであり、この手法を用いることで、教育の場などにおいて学習者の自由度を保ったままで高い学習効果が得られることを意図して具体的な計画を立てることができる。

本研究においては、教材開発にIDを採用するにあたって、アディープロセス（Addie Process:以下、ADDIE）¹³⁾を導入した。ADDIEを導入することにより、学習の目的や学習者、教育現場の課題、防災教育の実践内容、実践に必要な知識等、授業や訓練を行う学習目的や要件を洗い出し、分析（Analyze）→設計（Design）→開発（Develop）→実施（Implement）→評価（Evaluate）のサイクルを回すことでより効果的な教材作成につなげることができる（図1）。

IDを教育プログラムの開発に活用した先行研究としては、木村・田村他¹⁴⁾が、自治体職員を対象とした教育・訓練用のプログラム開発にADDIEを採用している。学習者への効果測定により教育・訓練プログラムの効果を検証し、その有効性を論じている。また、「文部科学省首都直下地震防災・減災特別プロジェクト総括成果報告書（2012.3）」で田村¹⁵⁾は、ADDIEの枠組みをもとに訓練・研修プログラムを設計し、学習目標を設定した指導案と訓練による効果を実証検証のうえ、プログラムの有効性を論じており、本研究では、竜巻防災教育プログラムを開発する上で、学習理論IDのADDIEを採用することとした。



出典：心理学事典（平凡社、1981）

図1 アディープロセス（Addie Process）

2. 竜巻防災教育に関する現状分析

(1) 竜巻被災地域の教育関係者への聞き取り

筆者らは、2014年まで3年連続で竜巻被害が発生している栃木県において、竜巻被災校や竜巻被災地域の教育機関や現場教員に、竜巻防災教育の現状と課題、要望等を把握するための聞き取りを行った（表1）。

具体的には、竜巻発生時の学校や地域の状況、竜巻被災時の状況、被災後の具体的な対応、竜巻に関する防災教育や避難訓練の実践状況や課題等について、面談によって教育委員会担当者や現場教員の生の声を聴取した。

表1 教育機関への聞き取り状況

| 教育機関 | 聞き取り | | |
|--------------|------------|--------|----------|
| | 日時 | 聞き取り方法 | 対応者 |
| 栃木県教育委員会 | 2014年6月2日 | 面談 | 安全教育担当 |
| 益子町教育委員会 | 2014年6月16日 | 面談 | 担当課長他 |
| 矢板市教育委員会 | 2014年6月19日 | 面談 | 担当課長他 |
| 矢板市立矢板小学校 | 2014年6月19日 | 面談 | 学校長 |
| 矢板市立矢板中学校 | 2014年6月19日 | 面談 | 学校長 |
| 真岡市教育委員会 | 2014年6月20日 | 面談 | 担当課長他 |
| 真岡市立西田井小学校 | 2014年6月20日 | 面談 | 学校長他 |
| 塩谷地区小学校教育研究会 | 2014年7月28日 | 面談 | 安全教育担当教諭 |
| 宇都宮市教育委員会 | 2014年8月12日 | 面談 | 担当課長他 |
| 鹿沼市教育委員会 | 2014年9月2日 | 面談 | 担当課長他 |
| 鹿沼市立津田小学校 | 2014年9月3日 | 面談 | 学校長他 |
| 鹿沼市立北大飼中学校 | 2014年9月3日 | 面談 | 学校長他 |
| 県立今市特別支援学校 | 2014年9月5日 | 面談 | 学校長他 |
| 栃木市立合戦場小学校 | 2014年9月9日 | 電話 | 安全教育担当教諭 |
| 栃木市教育委員会 | 2014年9月12日 | 電話 | 安全教育担当 |

2012年5月6日、竜巻の直撃により甚大な被害を受けた栃木県真岡市立西田井小学校（児童数140名・教職員14名）の聞き取りでは、学校施設の甚大な被害を教訓に、学校防災マニュアルを2012年7月に見直し、翌月に竜巻を想定した避難訓練を実施していた。

マニュアルの見直しでは、被災した学校施設の状況（写真1）と防犯カメラで捉えた竜巻の予兆現象と被災するまでの映像を教員らが確認しながら、「1）竜巻の到達時間は非常に早いこと」、「2）竜巻が直撃した場合、学校のどこが安全な場所なのか判断が難しい。そこまで逃げる時間があるか疑問」等の課題について議論し、竜巻の予兆現象に気付くための情報収集、竜巻接近時の教員・児童のとるべき行動、学校が竜巻によって被災した場合の対応、避難訓練計画等、具体的な手段・方法を「竜巻・突風に対する防災マニュアル」としてまとめた。

避難訓練を見ると、休み時間に天候が急変、その後、竜巻が学校へ接近する気象条件を想定し、緊急放送により屋外で活動している児童を教室へ避難させ、人員点呼のあと、竜巻が学校に接近する放送を受けて、教員の指示により自分の防災頭巾を被り机の下に避難する教員主導（指示）型の訓練になっていた。各クラスでは訓練前に、マニュアルに掲載されている竜巻に関する一般的な知識をもとに事前指導しているが、学習目標が設定された防災教育用教材は未整備で、具体的にカリキュラム化されていなかった。

教員への聞き取りでは、「ガラスの飛散状況を見たら、子

ども達がどこへ逃げても怪我をすと思ひ、無事に避難させる手段が思い浮かばず、しばらく避難訓練ができなかった」、「竜巻の避難訓練はしていなかったので、児童は適切な対応をするような素地がなかった」、「被災後、気象の変化に対応しなければならないことを実感したものの、具体的にどのような指導を行ったらよいか手探りで実践してきた」などの回答があった。

次に、栃木県内の教育機関や学校への聞き取りでは、教育委員会の指示により竜巻等突風対策を盛り込んだ学校防災（危機管理）マニュアルの作成や見直しは行われていたが、竜巻に関する知識を学ぶ授業や竜巻への対応行動を身につける訓練を具体的にカリキュラム化している学校はなかった。また、一部の学校では学校独自に竜巻を想定した避難訓練を実施していたが、地震の避難訓練でも見られるような、予め訓練日時や避難ルートが決められ、教員の指示で行動する、マニュアルに沿った教員主導型の訓練内容であった。

(2) 聞き取りによる現状分析

東日本大震災以降、主体的に行動する態度を醸成する防災教育の考え方が重要になっている。

今回、竜巻被災地域を中心に、竜巻防災教育に関して聞き取りを行ったが、竜巻は地震や台風、大雨などの自然現象に比べ、局所的で範囲も限定される現象なため、実際に竜巻に遭遇した教員もほとんどおらず、一般的な竜巻に関する知識や対応行動は知っているものの、そこからの学習展開が考えにくいこと。また、教授学習過程が成立する竜巻防災授業をどのように実践すればよいかかわらない等、学校現場で実践するための防災教育用の教材が不足していることが課題と考えられる。

一般的に学校で行う避難訓練は、児童にとって防災教育の一つであるが、教員にとっては防災管理や組織活動の側面を持つため、「災害時に子どもたちをいかに守るか」の意識が強く働くこともあり、結果として、教員が児童生徒に指示を出して行動させる教員主導型の避難訓練になってしまう傾向が見られる。今回の聞き取りでは、学校独自に竜巻を想定した避難訓練を実施している学校もあったが、どの学校も、教員の指示により行動する教員主導型の訓練であり、児童生徒が状況を認知し、自分の判断で行動



写真1 真岡市立西田井小学校の竜巻による被害（西田井小学校提供）

する学習型訓練への移行が課題であると考えられる。

栃木県の竜巻被災地域で行った聞き取りから、竜巻に対する教員の危機意識は高いものの、授業時間数が限られる中で、教員もどのように竜巻に関する防災教育を導入したらよいか戸惑っている状況がわかり、学校現場の課題解決のためには、総合的な竜巻防災教育プログラムの開発と学校現場への提供が必要と考える。

3. 総合的な竜巻防災教育プログラムの設計・開発

(1) プログラムの概要

本研究で開発した竜巻防災教育プログラムは、ステップ1・事前学習1「竜巻がなぜ怖いのかその正体を知ろう」、ステップ2・事前学習2「竜巻から自分の身を守る方法を考えよう」、ステップ3・実践訓練（ショート訓練）・事後学習「実際に身を守って自分の行動を振り返ろう」の3ステップの単元構成で教育・訓練する設計とした（図2）。

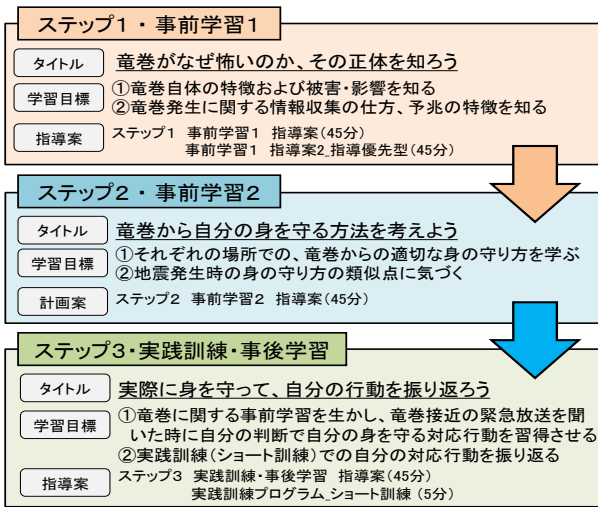


図2 プログラムの単元構成

本教育プログラムは、単元構成図・学習指導案（以下、指導案）・ワークシート・授業補助資料・対応行動訓練プログラム・質問紙（アンケート）で構成し、ステップごとに教材を作成している。

ここで言う指導案とは、設定した学習目標に対して、何をどのような順序や方法で指導し、学習者がどのように学んでいくのか指導の流れを一定形式に示したものである。

(2) ステップ1「事前学習1」

ステップ1では、竜巻自体の特徴及び被害・影響、竜巻発生に関する情報収集の仕方、竜巻が発生する予兆（気象）現象の特徴を学ぶことを学習目標に設定し、竜巻がもたらす様々な危険や発生する被害を理解し、竜巻の発生に気づくために必要な知識を習得できたかを評価ポイントに設定した。竜巻の知識が備わり、身の安全を守る方法を考えさせる狙いもある。

特別活動や総合学習の時間など、1時限（45分×1コマ）を使った授業で使用する指導案（図3）、ワークシート（児童用・教員用）、写真や動画等を使って視覚的にイメージさせる授業補助資料を作成した。

ステップ1の指導案の流れは、災害の一種として竜巻があることを知るための「導入」から入り、竜巻とは何か（竜巻を知る）を考え・学ぶ「展開1」、竜巻に気づくことがで

| ステップ1 竜巻がなぜ怖いのか、その正体を知ろう (45分) | | 宇都宮地方気象台 Ver.3 |
|--------------------------------|---|--|
| ■基礎データ | | |
| タイトル | 竜巻がなぜ怖いのか、その正体を知ろう | |
| ねらい | 1. 竜巻自体の特徴および被害・影響を知る 2. 竜巻発生に関する情報収集の仕方、予兆の特徴を知る | |
| 学習目標 | 1. 竜巻自体の特徴および被害・影響を知る 2. 竜巻発生に関する情報収集の仕方、予兆の特徴を知る | |
| 対象 | 小学校全般（「指導上の留意点」の表現変更（教科化）により中学校でも応用可能） | |
| 教科・イベント等 | 竜巻の対応訓練（事前学習1） | |
| 学習形態 | 全員（授業）→個人（ワークシート）→全員（答え合わせ）→全員（授業） | |
| 準備 | ワークシート（「竜巻から自分の身を守るろう！」）、授業補助資料1、学校における防災関係指導資料（栃木県教育委員会）、気象庁リーフレット（「竜巻から身を守るろう！～自ら身を守るために～」）、気象庁DVD（「急な大雨・雷・竜巻から身を守るろう！」）、気象庁HP、アンケート（「竜巻アンケート」）など | |
| ■学習の流れ | | |
| 構成 | 学習活動の内容 | 指導上の留意点 |
| 1 導入 (7分) | 1. 災害の一種として「竜巻」があることを知る (3分) ※効果測定を行う場合、指導前に事前事後評価のためのアンケート「竜巻アンケート」を記入させる | 「日本では様々な災害が発生します。皆さんが『災害』という言葉を知ると、どのような災害を思い出しますか?」※ここでいくつかの災害を挙げさせる（地震、津波、雷、暴風雨、竜巻、噴火、土石流、雪崩、大規模火災や爆発（人為災害）等）※「今日は、災害の中から『竜巻』について勉強します。皆さんが竜巻って何だか知っていますか。竜巻がどのような姿をしているのか、竜巻によってどのような被害が起きるのか、竜巻が発生しそうな天気などについて、今から配るプリントに沿って勉強していきます。」※ワークシート（「竜巻から自分の身を守るろう！」）を配布する |
| 2 展開1 (16分) | 3. 竜巻とは何か（竜巻を知る） 3-1. ワークシート1番 (8分) 学習のポイント1「『竜巻』と発生源である『積乱雲（入道雲）』を視覚的にイメージする。」 学習のポイント2「竜巻が接近した時の特徴を知り、竜巻に気づくことの理解を深める。」 学習のポイント3「竜巻の移動するスピードはとても速く、竜巻は複数発生する場合もあることを理解させる。」 | 「『竜巻はどんな姿をしているのか、皆さんが知っていることや、黒板の写真を見て気づいたことを、プリントの1番に書いて下さい。』※授業補助資料1の1番質問カード、写真1-1、1-2を掲示する ※黒板に意見をまとめる（ワークシート回答例を参考）※自分の意見以外、赤や青鉛筆で記入させる ※「いろいろな意見が出ました。竜巻は、大きな積乱雲（入道雲）の下で発生する激しい空気の渦巻きです。形はうろと状になっていて、物やごみを巻き上げます。また、土壁が近づいて（動いて）きたり、『ゴーツ』という音や、耳が痛くなる（耳鳴りがする）ことがあります。これらが竜巻が近づいてくるサイン（特徴）です。しっかりと覚えておきましょう。」※資料1-1を掲示する ※「竜巻の姿はわかりましたね。では、竜巻が移動するスピードはどのくらいかわかりますか?」※何人かに発表させる ※資料1-2を掲示し、手を上げさせて確認してもよい ※「竜巻の多くは、車と同じくらいスピード（平均・時速約30km）で移動します。普通電車で時速約100kmのスピードで近づいてくることもありますので、竜巻が向かってきた時ほど危険な状態です。」※資料1-3を掲示して確認してもよい ※「大きな竜巻のまわりでは、小さな竜巻が発生することもありますので、竜巻には絶対に近づかない、遠くに見えても竜巻の様子をいっまでも観察していることはとても危険なので絶対にしないで下さい。」 ※「竜巻の姿はわかりましたが、竜巻によってどのような被害が起きるのでしょうか。皆さんが知っていることをプリントの2番に書いて下さい。」※3番質問カードを掲示する ※黒板に意見をまとめる（ワークシート回答例を参考）※自分の意見以外、赤や青鉛筆で記入させる ※「竜巻の被害が多いのが、いろいろな物が飛んできて窓ガラスを破損することです。飛んできた物がガラスが割れて飛び散った危険です。大きな竜巻では、屋根や物置が飛ばされたり、建物や電柱、大きな木や看板、自動販売機が倒れたり、車がひっくり返ったりします。竜巻に巻き込まれると人間も飛ばされる危険があります。このような竜巻による被害は、竜巻の通り道に沿って起きますが、大きい竜巻では、被害の範囲がとても広くなることもあります。」※写真2-1～2-10を掲示する |
| 3 展開2 (16分) | 4. 竜巻に気づくことができるか（情報の収集） 4-1. ワークシート3番 (8分) 学習のポイント1「竜巻の発生が予想される時には、天気予報の中で『竜巻』などの激しい突風に注意」などのキーワードを使って注意を呼びかけていることを理解する。」 学習のポイント2「天気予報や気象情報を入力し、気象の変化を理解して行動する習慣を身に付けさせる。」 | 「『竜巻が発生しやすい天気なのかを事前に知っておくことで、竜巻に早く気づくことができます。では、事前に知るためにどうしたらよいか、プリントの3番に書いて下さい。詳しい理由がわかる人は書いてみて下さい。』※3番質問カードを掲示する ※「では、また何人かに発表してもらいます。」※黒板に意見をまとめる（ワークシート回答例を参考）※自分の意見以外、赤や青鉛筆で記入させる ※「竜巻が発生しやすい天気なのかを事前に知るためには、（朝の）天気予報を見るのが大切です。竜巻が発生しやすい天気か予想される時には、天気予報の中で皆さんに注意を呼びかけています。『太気の状態が不安定』『竜巻などの激しい突風に注意』『気象の急変に注意』などの竜巻キーワードを聞き逃さないで下さい。また、竜巻注意情報や雷注意報が発表されている時にも注意が必要です。」※資料3-1を掲示する ※「天気予報を見た気象情報を入力することで、竜巻が発生しやすい天気を知ることができると学びました。では、竜巻の発生に気づくためには、自分でできること、気をつけたら（気配ったら）よいことがあります。それは何かプリントの4番に書いて下さい。」4番質問カードを掲示する ※「では、また何人かに発表してもらいます。」※黒板に意見をまとめる（ワークシート回答例を参考）※自分の意見以外、赤や青鉛筆で記入させる ※「竜巻は、大きな積乱雲（入道雲）の下で発生する激しい空気の渦巻きで、大きな被害を起こします。竜巻の発生に気づくためには、竜巻が発生する予兆（気象現象）を知っておくことも大切です。」※写真4-1～4-4を掲示する ※「竜巻が発生する時には、『低い雲（積乱雲）が接近する』『雷の光（雷光）が見えたり音（雷鳴）が聞こえたりする』『急に冷たい風が吹き出す』『急に雨やひょうが降る』などの現象が発生しますので注意が必要です。普段から、空の様子や周りの変化に注意することが大切です。」※資料4-1を掲示して確認する |
| 4 まとめ (1分) | 5. まとめ（事前学習2へつなげる） (1分) | 「今日は皆さんと、『竜巻がなぜ怖いのか、竜巻に気づくためにどうしたらよいか』について、竜巻の特徴や竜巻によって起きる被害、天気予報を見て竜巻のキーワードに気づくことや、天気急変に注意することを学習しました。今日の学習は大人にも大切なことですので、家で家族に話して下さい。次の学習では、竜巻が接近してきた時、どのように自分の身を守らなければならないのかについて、皆さんと勉強します。」 |

図3 事前学習1「学習指導案」

きるか(情報の収集)を考え・学ぶ「展開2」,学習の最後「まとめ」により,ステップ1の学習を総括し,ステップ2へつなげる構成となっている。

指導案には,次のとおり学習ポイントを記述している。

「展開1」では,1)竜巻と発生源である積乱雲(入道雲)を視覚的にイメージさせる,2)竜巻が接近した時の特徴を知り,竜巻に気づくことの理解を深める,3)竜巻の移動するスピードはとても速く,竜巻は複数発生する場合もあることを理解させる,4)竜巻による被害の大きさや被害が広範囲に及ぶことを理解する,5)さまざまな被害を引き起こすことを理解する,の5項目とした。また「展開2」では,1)竜巻の発生が予想される時には,天気予報の中で「竜巻などの激しい突風に注意」などのキーワードを使って注意を呼びかけていることを理解する,2)天気予報や気象情報を入力し,気象の変化を理解して行動する習慣を身に付けさせる,3)竜巻が発生する予兆(気象)現象を視覚的にイメージする,4)空を観察して(竜巻に気づくための)天気の変化を予測する能力を向上させる,の4項目とした。

ワークシート「竜巻の正体を知ろう!」は,「1)竜巻はどんな姿をしていますか?」,「2)竜巻によってどんな被害が起きますか?」,「3)竜巻が発生しやすい天気を事前に知るにはどうしたらよいですか?」,「4)竜巻が発生しやすい天気にはどのようなことに気をつければよいですか?」の4項目について,児童生徒が自分の考えを記入して学習する形式とした。図4は,教員用・ワークシートである。

ステップ1の学習形態としては,現場教員の意見を踏まえ,竜巻に関する正しい知識を習得し,短い時間で学習させたい知識を児童生徒が正しく理解しているか,について教員が適宜確認しながら進めるクラス全体の学習方法を基本モデルとした。

(3)ステップ2「事前学習2」

ステップ2では,竜巻からの適切な身の守り方を学び,地震発生時の身の守り方の類似点に気づくことを学習目標に設定し,竜巻接近時に適切な対応行動がとれるか,シェイクアウト(安全確保行動)を理解したかを学習の評価ポイントに設定した。ステップ1と同様に,1時限(45分×1コマ)を使った授業を実践するための指導案等の教材を作成した。

ステップ2の指導案は,ステップ1と同様に「導入」,「展開1」,「展開2」,「まとめ」の流れにより,竜巻から自分の身を守る方法を学習し,ステップ3の対応行動訓練へつなげる構成とした。

ワークシート「竜巻から自分の身を守ろう!」は,「1)竜巻から自分の身を守るができるか考えてみましょう」,「2)竜巻に気づいたときしてはいけないことは何ですか」,「3)竜巻から身を守るために大切なことは何ですか」の3項目について,児童生徒が自分の考えを記入して学習する形式とした。図5は教員用・ワークシートである。

ステップ2の学習形態としては,現場教員の意見を踏まえ,主体的な思考を促すグループ学習と全体学習の組み合わせにより,竜巻に対する理解をより深める学習方法を基本モデルとした。

ステップ1,2の各指導案には,プログラム開発段階の分析により確認した,教育効果が低かった学習目標を向上させるために,しっかり教えるべき内容を「学習ポイント」として「学習活動の内容」で意識して指導できるよう枠組みで記述した。また,「指導上の留意点」では,気をつけて(丁寧に)指導する内容に下線を引いている。また,各ワークシートを使った学習では,他の児童生徒が発表した正解

竜巻の正体を知ろう!

年 組 番 名 前 ()

- 竜巻はどんな姿をしていますか?

(回答例) 大きな積乱雲(入道雲)の下で発生する。はげしい空気のうずまき。

学習のポイント1 「竜巻と発生源である積乱雲(入道雲)を視覚的にイメージする。(教材の動画や写真の活用)」

学習のポイント2 竜巻が接近した時の特徴を知り,竜巻に気づくことの理解を深める。

学習のポイント3 竜巻の移動するスピードはとても速いため,走って逃げられない時があることを理解させる。

学習ポイントの補足
1)うずまきの雲になっている(積乱雲から垂れ下がる)。2)物やこみが巻き上げられ飛んでいる。 ※つむじ風は,晴天の日にもうずまきのように起きる強い風で竜巻ではない。テントなどを巻き上げる気象がある。

学習ポイントの補足
1)とまどが定ついてくる(動いてくる)。2)「ゴウツツ」という音がする。3)耳鳴りがする(耳が痛い)

学習ポイントの補足
1)竜巻の平均速度は時速約36km(自動車くらい)。大きな竜巻は時速100km(特急電車くらい)の速さで移動する
2)大きな竜巻の高層で小さな竜巻が発生することがある。 ※竜巻は短時間で通過する。見ていると危険
- 竜巻によって,どんな被害が起きますか?

(回答例) いろいろな物が飛んできて,窓やかべなどをこぼす。

学習のポイント1 竜巻は,さまざまな被害を引き起こすことをイメージする。(教材の動画や写真の活用)

学習のポイント2 竜巻による被害の大きさや,被害が広範囲に及ぶことを理解する。

学習ポイントの補足
1)飛んできた物がガラスが割れる。2)壁や物置が飛ばされる。3)建物や電柱,大きな木や看板,自動車が倒れる。4)車がひっくり返る。5)人間が飛ばされる。6)停電する。 ※被害の範囲は,数十キロから数千キロに及ぶこともある
- 竜巻が発生しやすい天気を事前に知るには,どうしたらよいですか?

(回答例) (朝)の天気予報を見る。ニュースや気象情報に注意する。

学習のポイント1 竜巻の発生が予想される時には,天気予報やニュースの中で竜巻などの激しい突風に注意などのキーワードを使って注意を呼びかけていることを理解する。

学習のポイント2 天気予報や気象情報を入力し,一日の気象の変化を理解して行動する習慣を身に付けさせる。

学習ポイントの補足
1)竜巻キーワード(大気の状態が不安定(積乱雲の発達)・天気の急変に注意・突風や竜巻に注意) 2)気象情報「竜巻注意情報,雷注意報」,3)ニュースやインターネットなどで気象情報を入力できる
- 竜巻が発生しやすい天気には,どのようなことに気をつければよいですか?

(回答例) 空の様子や,周りの変化に注意する。

学習のポイント1 竜巻が発生する予兆(気象)現象を視覚的にイメージする。(教材の動画や写真の活用)

学習のポイント2 日常生活の中で,空を観察して天気の変化(竜巻に気づく)を予測する習慣を身に付けさせる。

学習ポイントの補足
1)竜巻の予兆現象「低く低い雲(積乱雲)が接近する(雷光が見えたり雷鳴が聞こえる)。急に冷たい風が吹き出す。急な雨やひょうが降る」などの気象現象が発生する

まとめ

竜巻がなぜ怖いのか,竜巻に気づくためにはどうしたらよいのか復習しましょう!

宇都宮地方気象台 Ver.4

図4 事前学習1「教員用・ワークシート」

竜巻から自分の身を守ろう!

年 組 番 名 前 ()

- 竜巻から自分の身を守ることができるか,考えてみましょう。

| | | |
|-----|--|---|
| 教室 |  | <p>(回答例) 窓から離れて,頭や体を守る。</p> <p>学習のポイント1 窓や壁をみて外から物が飛んできたときに起こる危険をイメージする。</p> <p>学習のポイント2 教室内で,身の守り方は多種多様であり,教室にいた場合の具体的な避難行動を考える。</p> <p>学習ポイントの補足 1)窓・カーテンを閉める。2)防災ずきん・ヘルメットをかぶる。3)机の下にもぐり,机の足を持つ。4)机を倒して壁や柱を。5)ガラスの多い場所へ移動する など</p> |
| 廊下 |  | <p>(回答例) 窓から離れて,頭や体を守る。</p> <p>学習のポイント1 教室以外の場所でも起こる危険をイメージする。</p> <p>学習のポイント2 教室や決められた避難場所へ移動する予知がない場合の身の守り方について,具体的な避難行動を考える。</p> <p>学習ポイントの補足 1)窓のない(少ない)近くの部屋へ移動する。2)ガラスが飛散しても安全な場所(壁や柱の影,階段下など)へ移動する。3)その場で身を守る など</p> |
| 体育館 |  | <p>(回答例) 窓から離れて,頭や体を守る。落下物に気をつける。</p> <p>学習のポイント1 体育館では窓・カーテンを閉める時間的余裕がないため,外から物が飛んできたときに起こる危険が大きいことをイメージする。</p> <p>学習のポイント2 体育館の構造,竜巻発生までの時間を考えた身の守り方について,具体的な避難行動を考える。</p> <p>学習ポイントの補足 1)窓から離れる。2)スチール製の重い場所(倉庫,トイレ等)へ移動する。3)マットなどで頭を守る。4)その場で身を守る など</p> |
| 校庭 |  | <p>(回答例) 飛んでくる・倒れてくるものに注意し,頭や体を守る。</p> <p>学習のポイント1 校庭にいて,飛散物や道具やフェンスなどの樹木物によって起こる危険が非常に高くなることをイメージする。</p> <p>学習のポイント2 決められた避難場所へ移動する予知がない場合の身の守り方について,具体的な避難行動を考える。 ※避難行動の時間的余裕を理解させる</p> <p>学習ポイントの補足 1)道具から離れる。2)連絡通路(トナリ屋根),倉庫,フェンス,木木から離れる。3)近くの構造的な建物へ避難する。4)その場で身を守る など</p> |
| 通学路 |  | <p>(回答例) 飛んでくる・倒れてくるものに注意し,頭や体を守る。</p> <p>学習のポイント1 屋外にいて,屋根などの飛散物や樹木物によって起こる危険が非常に高くなることをイメージする。</p> <p>学習のポイント2 通学路にいて,周囲の危険を考慮し,それぞれの危険から身を守るための具体的な避難行動について考える。</p> <p>学習ポイントの補足 1)近くの構造的な建物へ避難する。2)飛散物から身を守る(水溝,くぼみ)に身をよせる。3)その場で身を守る など ※車庫,物置,フライングは避難場所ではないため「頑丈な建物」への避難を理解させる。横や階段の下などにも危険</p> |
- 竜巻に気づいたとき,してはいけないことは何ですか。

(回答例) 何もしないで,竜巻をずっと見ている。観察している。

学習のポイント1 竜巻の怖さを認識させ,適切な対応行動をイメージする。

学習のポイント2 竜巻が移動するスピードはとても速く,竜巻の進路が急に変わり向かってくる危険があることを理解させる。

学習ポイントの補足
1)屋外に出て竜巻を観察しない。2)動画や写真をとらない
- 竜巻から身を守るために,大切なことは何なんですか。

(回答例) 竜巻から身を守るための行動は何かを自分で考え,慌てずに行動すること。

学習のポイント 自分の周りに教職員(大人)がいなくても,自分で考えて行動できる心構えを身に付けさせる

宇都宮地方気象台 Ver.4

図5 事前学習2「教員用・ワークシート」

の回答例を、異なる色でワークシートへ記入させ、学習における気づきを更に醸成させる学習方法を指導案に記述した。また、教員用・ワークシートには、質問の回答や学習ポイントの他、専門的知見から教員の竜巻に関する知識を補完する情報を指導内容として記述している。

竜巻防災教育の実践においては、教員も児童生徒も竜巻経験者が非常に少ないため、竜巻の姿や被害状況等を視覚的にイメージさせることが効果的であり、写真や図などのスライドをパソコン操作により授業ができるよう、ステップ1,2の事前学習を補助する資料として、竜巻の写真等を利用した授業補助資料を作成した(図6)。



図6 事前学習「授業補助教材」(一部抜粋)

(4) ステップ3「実践訓練(ショート訓練)・事後学習」

ステップ3では、事前学習を生かし、竜巻接近の緊急放送を聞いた時に自分の判断で自分の身を守る対応行動をとることができるかを学習目標に設定し、対応行動訓練と振り返りにより、適切な対応行動ができたかを学習の評価ポイントに設定した。特別活動など、1時限(45分×1コマ)を使って、事前学習・対応行動訓練・訓練を振り返る指導案とワークシート、休み時間など短い時間を利用して対応行動のみ行う「ショート訓練」プログラムを作成した。

ワークシート「訓練をふりかえろう!」は、訓練での自分の対応行動を振り返るため、「①竜巻発生(接近)の放送をだまって静かに聞くことができましたか」、「②竜巻発生(接近)の放送を聞いた時に、何をしたらよいか自分で考えることができましたか」、「③竜巻から安全に自分の身を守る行動が、すばやくできましたか」、「④安全な場所に移動するときに『お・か・し・も・ち』のルールを守ることができましたか」の4問について、「とてもよくできた、できた、あまりよくできなかった、できなかった」の4段階で定量的に自己評価できる。また、「2) あなたは訓練がはじまったときにどこにいましたか」、「3) あなたはその時どのように身を守りましたか」の2問は、児童生徒が対応行動訓練でとった自分の行動を振り返り、実際にどのような行動をとったのか記入させ、子どもたち一人一人に主体的な行動が身についたかを教員が評価でき、学習状況に応じた指導ができる(図7)。

(5) 質問紙(竜巻アンケート)

3ステップで構成する竜巻防災教育プログラムの総合的な学習効果の測定を行うことができる、質問紙「竜巻アンケート」を作成している(図8)。

具体的な質問項目は、竜巻現象・被害・対応についての

知識の度合い(①~④の4項目)、実際の竜巻に対する対応行動の正しい理解の有無(⑤~⑧の4項目)の全部で8問、その全てを5段階で定量的な自己評価を行い、教員が児童生徒の学習状況を評価できる。

知識の度合いについては、「①竜巻とはどのようなものか知っている」、「②竜巻でどのような被害が出るかを知っている」、「③竜巻に気づくためにはどうすればよいのか知っている」、「④竜巻が近づいてきたとき、どうすればよいのか知っている」の4項目について、よく知っている~知らない、の5段階で自己評価できる。

また、竜巻に対する対応行動の正しい理解について、「⑤竜巻が近づいたときは、外で竜巻のようすを観察する」、「⑥竜巻が近づいてきたときは、どんな建物でもよいので、建物の中に入る」、「⑦竜巻が近づいてきたとき、建物の中ならば、どこにいてもよい」、「⑧竜巻が近づいてきたとき、建物の中の安全な場所なら、何もなくてもよい」の4項目について、そう思う~そう思わない、の5段階で自己評価できる。

図7 訓練振り返り用「ワークシート」

図8 質問紙「竜巻アンケート」

4. 竜巻防災教育プログラムの実践・評価・改善

(1) プログラムの実践

本研究では、真岡市立西田井小学校(n=135~139)、鹿沼市立津田小学校(n=235~242)及び北犬飼中学校(n=276~278)の3校を対象として、教員によるプログラムを使用した授業実践、対応行動訓練、質問紙を用いた学習者への効果測定と教員によるプログラムの評価を各学校で順次実施しながら、プログラムの改善・改訂を行った。

具体的には、①竜巻アンケート「効果測定1」(学校独自訓練前)、②竜巻想定避難訓練「学校独自訓練」、③竜巻アンケート「効果測定2」(プログラム実践前)、④プログラム実践「事前学習1/竜巻がなぜ怖いのかその正体を知ろう」、⑤プログラム実践「事前学習2/竜巻から自分の身を守る方法を考えよう」、⑥プログラム実践「対応行動訓練」、⑦竜巻アンケート「効果測定3」(プログラム実践後)、⑧「プログラム改善」の8ステップで実践した。

竜巻防災教育プログラムの各学校での実践日は表2のとおりである。

(2) プログラムの評価

本研究では、開発した竜巻防災教育プログラムを評価す

表2 竜巻防災教育プログラムの実践状況

| 実践内容 | 学校名 | | |
|-------------------|-------------|-------------|-------------|
| | 西田井小学校 | 北犬飼中学校 | 津田小学校 |
| ①竜巻アンケート「効果測定1」 | 2014年7月10日 | - | 2014年10月9日 |
| ②竜巻想定避難訓練「学校独自訓練」 | 2014年7月17日 | 2014年9月29日 | 2014年10月10日 |
| ③竜巻アンケート「効果測定2」 | 2014年10月7日 | 2014年10月17日 | 2014年11月10日 |
| ④プログラム実践「事前学習1」 | 2014年10月9日 | 2014年10月20日 | 2014年11月10日 |
| ⑤プログラム実践「事前学習2」 | 2014年10月15日 | 2014年10月20日 | 2014年11月11日 |
| ⑥プログラム実践「対応行動訓練」 | 2014年10月17日 | 2014年10月21日 | 2014年11月13日 |
| ⑦竜巻アンケート「効果測定3」 | 2014年10月17日 | 2014年10月21日 | 2014年11月13日 |
| ⑧プログラム改善 | 改善A | 改善B | 改善C |

るために、質問紙「竜巻アンケート」を児童生徒（学習者）に配布し、実践をとおした自分自身の定量的な評価を学習者自身に回答してもらった。教育効果の評価は、教授学習の研究者であるロバートM. ガンエ¹⁶⁾が「プログラムの評価は、あくまでも学習者のパフォーマンスの評価で表現する」と定義している他、先行研究においても、木村・林¹⁷⁾や永田・木村¹⁸⁾が同じ考え方により教育プログラムの開発・評価を論じている。

具体的な評価手法としては、竜巻防災教育プログラムの実践の中で、①竜巻アンケート「効果測定1」、③竜巻アンケート「効果測定2」⑦竜巻アンケート「効果測定3」の計3回（北犬飼中は2回）、自分自身の学習・訓練に対する自己評価として、児童生徒自身に回答してもらった。効果測定を実施したタイミングは表2のとおりである。

「西田井小学校（n=135～139）」

①効果測定1、②学校独自訓練、③効果測定2、④事前学習1、⑤事前学習2、⑥対応行動訓練、⑦効果測定3の流れにより、開発過程の竜巻防災教育プログラムを実践した。

プログラムを評価する効果測定には、データ分析の手法として、一元配置の分散分析で統計的な処理を行い、分析の結果、全8項目のうち6項目で統計的に有意な差が見られた（図9）。

竜巻に関する知識の度合い（4項目）は、全項目で統計的に意味のある差が見られた。特に、学校独自訓練前に行った効果測定1でスコアが低かった「③竜巻に気づくためにはどうすればよいのか知っている」、「④竜巻が近づいてきたとき、どうすればよいのか知っている」、「⑥竜巻が近づいてきたときは、どんな建物でもよいので、建物の中に入る」の3項目は、プログラム実践の事前学習1,2及び対応行動訓練によってスコアが高くなっており、プログラム実践による学習効果が見られた。

竜巻に関する対応行動の正しい理解の有無（4項目）については、「⑥竜巻が近づいてきたときは、どんな建物でもよいので、建物の中に入る」、「⑦竜巻が近づいてきたとき、建物の中ならば、どこにいてもよい」は統計的に有意な差は見られなかったが、正解率は上がっていた。

これは西田井小学校では、竜巻被災後から、定期的に学校独自の竜巻避難訓練を行っているため、本プログラムを実践する時点において、既にこれらの項目がある程度学習されていたことが考えられる。

「北犬飼中学校（n=276～278）」

西田井小学校での実践を踏まえて改善したプログラムを用いて実践した。

具体的には、①効果測定1は未実施であったため、②学校独自訓練～⑦効果測定3の流れで実践した。

プログラムを評価する効果測定には、統計的分析において対応のあるt検定で分析した。

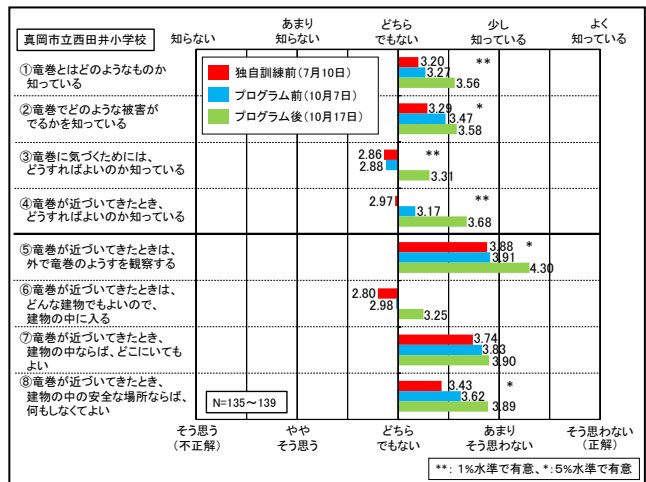


図9 真岡市立西田井小学校の実践

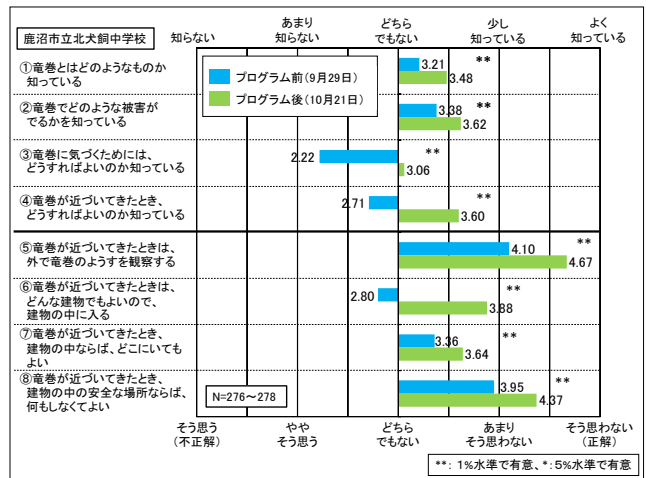


図10 鹿沼市立北犬飼中学校の実践

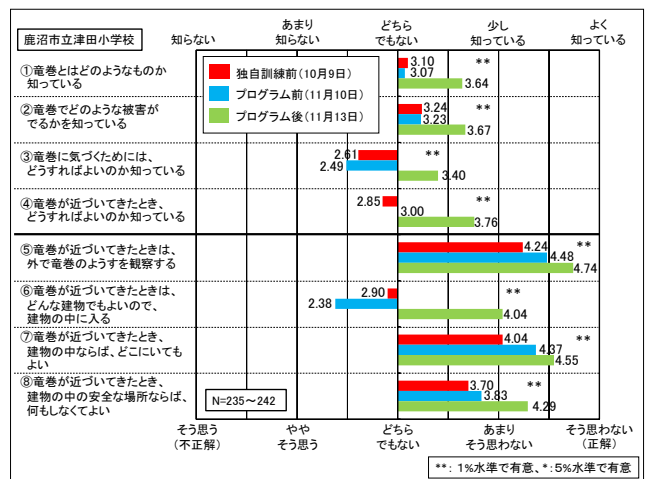


図11 鹿沼市立津田小学校の実践

分析の結果、全8項目で統計的に意味のある差が見られ、プログラム実践による学習効果が見られた（図10）。

特に、竜巻に関する知識の度合い（4項目）の「③竜巻に気づくためにはどうすればよいのか知っている」、「④竜巻が近づいてきたとき、どうすればよいのか知っている」、竜巻に関する対応行動の正しい理解の有無（4項目）の「⑥竜巻が近づいてきたときは、どんな建物でもよいので、建物の中に入る」については、プログラム実践前に行っ

た効果測定2で「あまり知らない」と回答していたが、プログラム実践後の効果測定3で、いずれの項目もスコアが高くなり、プログラム実践による学習効果が見られた。

「津田小学校 (n=235~242)」

北犬飼中学校の実践を踏まえて改善したプログラムを用いて西田井小学校と同じ手順①~⑦の項目を実践した。

効果測定は、一元配置の分散分析で統計的な処理を行い、分析の結果、全8項目について統計的に意味のある差が見られた(図11)。

特に、北犬飼中学校の実践でスコアの改善が課題となった「③竜巻が気づくためには、どうすればよいのか知っている」について、学校独自訓練前に行った効果測定1でスコア2.61であったものが、プログラム実践後の効果測定3で3.40とスコアが大きく向上しており、プログラム改善による学習効果が見られた。

全体を見ると、竜巻に関する知識の度合い(4項目)では、プログラム実践後の効果測定3で、全項目のスコアが3.5前後になり、プログラム改善による学習効果が見られた。また、竜巻に関する対応行動の正しい理解の有無(4項目)では、プログラム実践後の効果測定3で、全項目のスコアが4.00以上と高くなり、プログラム実践による大きな学習効果が見られた。

これら、各学校でのプログラム実践・評価と効果測定を踏まえたプログラムの改善により、竜巻防災教育・訓練を実践していない学校においても、竜巻防災教育プログラムを実践することにより、学習効果が向上することが確認できた。

本項では、開発過程の竜巻防災教育プログラムを各学校で実践しながら、効果測定によるプログラムの評価のみを述べており、プログラムの実践・検証と効果測定を踏まえたプログラムの具体的な改善内容は次項で述べる。

(3) プログラムの改善

竜巻防災教育プログラムの開発過程では、ADDIEの各フェーズに沿って、各学校でのプログラム実践・検証、効果測定による評価を踏まえ、段階的にプログラムの改善・改訂を行った。本項では、児童生徒の竜巻に関する知識や対応能力がどのように高められたか、対応行動訓練の実践から明らかになった課題やプログラムの改善点を整理した。

「西田井小学校・プログラム改善A」

実践した学校独自訓練(7/17)は、訓練開始時間を児童へ知らせない抜打ち訓練として実施した。天候急変の緊急放送を聞いた全児童は、竜巻接近時の避難場所として指導されている「自分の教室」へ移動した。次に竜巻接近の放送があり、教員の指示に従い自分の防災頭巾を被って机の下に潜る行動を行う、教員主導型の訓練であった。

避難訓練後に児童へ聞き取りを行ったところ、「公園で遊んでいた時に、竜巻が近付いてきたらどうするか」の質問に対して、多くの児童から「よくわからない」の回答があった。学校は竜巻の直撃によって被害を受け、被害写真も校内掲示されているが、竜巻に遭遇した児童は非常に少なかったため、避難訓練のみでは竜巻自体の特徴や竜巻による被害・影響を具体的にイメージする能力が不足しており、児童が学校管理下外の活動において竜巻に遭遇した場合、適切な対応行動がとれない危険な状態であることが推察できた。筆者らは、西田井小学校の実践と課題を踏まえ、竜巻防災教育プログラムの試作版を作成した。

作成したプログラムによる事前学習1(10/9)、事前学習2(10/15)を行い、対応行動訓練(10/17)では、教員は児童へ行動の指示を出さない、児童が主体的に行動する学

習型の訓練を採用し、児童へ事前予告をしない抜打ち訓練として休み時間に実施した。

学校独自訓練の結果に比べ、学校内の様々な場所に散らばっていた児童の約4割が、2階・3階にある自分の教室へは戻らず、校庭から一番近い校舎1階の各教室やトイレへ避難する行動や、教室への避難が間にあわないと判断した児童(アンケートで確認)は、校庭の遊具や校舎から離れた場所で身を守る行動をとるなど、自分で考え安全な場所へ移動する主体的な行動が見られた。

一方、約6割の児童は、避難行動に要する時間に関係なく、従来の指導どおり自分の教室へ避難し、防災頭巾を被って机の下に潜っていた。

「竜巻の移動速度はとても早いので、自分の教室まで避難する時間がない時もある」や「教室が一番安全な場所とは言えないので、わざわざ2階や3階の自分の部屋へ戻らなくてよい」など、訓練の課題を「プログラム改善A」として、指導案にしっかり教えるべき内容を「学習ポイント」として「学習活動の内容」で意識して指導できるように枠組みで追記し、「指導上の留意点」の中には、気をつけて(丁寧に)指導する箇所に下線を引く改訂を行った。また、教員用・ワークシートには、質問に対する回答のほかに、学習ポイントをわかりやすく追記する改訂を行った。

「北犬飼中学校・プログラム改善B」

西田井小学校の実践を踏まえて改善したプログラムを利用した実践を行い、対応のあるt検定で分析した全8項目の中で、プログラム実践前に行った効果測定2の中でスコアが一番低かった「③竜巻が気付くためには、どうすればよいのか知っている」が、プログラム実践後の効果測定3でもスコアが向上せず、まだ学習の余地があると考えられる。また、竜巻現象・被害・対応についての知識の度合い(①~④の4項目)は、統計的に意味のある差があったが、プログラム実践後もスコアが全体に低かった。

これらから、「プログラム改善B」としては、竜巻を経験していない児童生徒に対し、竜巻の特徴や竜巻による被害・影響をより具体的にイメージさせるため、竜巻の姿や竜巻の被害写真等を利用した事前学習1,2で活用できる授業補助資料を作成した。

また、対応行動訓練(10/21)は、教員は生徒へ行動の指示を出さない、生徒が主体的に行動する学習型の訓練を採用し、休み時間に抜打ち訓練を実施した。プログラム実践により、自分で考え安全な場所へ移動する主体的な行動が多く見られた。

訓練方法の課題として、現場教員から「竜巻接近の校内放送をトリガーに生徒は身を守る行動を始めたが、竜巻の接近・通過をイメージできる効果音等がないため、身を守るまでの猶予時間がどれくらいあるか判断できずに戸惑っていた」、「竜巻接近の緊張感が持てなかった」との指摘を受け、対応行動訓練の改善として、「急な大雨・雷・竜巻から身を守ろう!(気象庁作成DVD)」に収録されている竜巻接近時の映像音声の効果音を利用し、訓練際には校内放送で流すよう訓練プログラムを改訂した。

「津田小学校・プログラム改善C」

過去に発生した竜巻災害を踏まえ、津田小学校では、校舎内で窓のない部屋やトイレ等を「竜巻避難の部屋」として竜巻接近時の避難場所に指定し、竜巻が学校に接近した場合には、教員の指示により自分の教室に近い避難場所へ避難するよう児童へ指導していた。

竜巻想定として初めて実施した学校独自訓練(10/10)は、事前に児童へ訓練時間を知らせ休み時間に実施した。

竜巻接近の緊急放送を受け、教員は児童へ行動の指示を

出さない、児童が主体的に行動する学習型の訓練として、北犬飼中学校の実践を踏まえ改善した、竜巻接近時の効果音を使用した訓練を実施した。

訓練では、学校内の様々な場所に散らばっていた児童が、「竜巻避難の部屋」を目指して移動したが、自分が避難場所と考えていた部屋が満員で入室できず、別の避難場所を探そうと校舎内を移動し続ける児童が多数見られた。

訓練開始の緊急放送から避難完了までかなりの時間を要したことから、児童は竜巻の移動速度がとても速いと言う学習が不足していると考えられる。

事前学習後の対応行動訓練(11/13)では、校庭にいた児童の約4割が、竜巻接近の放送により、校舎内へ素早く移動して、近くの教室やトイレ、ガラス窓のない場所へ避難したり、校舎外では建物や遊具から離れ身を守る様々な行動をとっており、プログラム実践により、自分で考え安全な場所へ移動する主体的な行動が見られた(写真2)。

しかし、6割の児童がプログラム実践前の対応行動をとっていることから、「プログラム改善C」では、指導案に竜巻の移動速度や接近してくる方向をしっかりと学習するための文言を加え、教員用・ワークシートには、専門的知見を踏まえ、具体的な数字や被災現場で聞き取りした情報等を指導の補完として追記する改訂を行った。

これら3校でのプログラム実践を踏まえ、竜巻接近を認知した際には、退避行動をとる時間が短いことを知り、避難場所が見つからない場合には、より安全な場所へ移動し、シェイクアウトにより身を守る行動ができるよう、教員の意見も踏まえて指導案とワークシートの内容を再精査し、授業補助資料には竜巻の写真やクイズ形式のスライドを追加する等、更なるプログラムの改訂を行った。



写真2 対応行動訓練の実践風景

5. 竜巻防災教育プログラムの一般向け提供

竜巻防災教育プログラムの他地域への展開を考えると、理科を専門とせず、竜巻に関する一般的な知識しか有していない教員であっても、竜巻に関する防災教育が実践できるようにプログラムを一般化することや、教育現場の状況にあわせて柔軟に手直しできることが求められる。

本研究で開発した竜巻防災教育プログラムは、前(1)項～(3)項のとおり、教員による学校現場での実践・評価と効果測定を分析して改善するサイクルによって完成度を高めたプログラムであり、竜巻を経験したことがなく、竜巻の防災教育を受けた経験のない児童生徒を対象とした実践において、教育効果が大きく高まることが確認できた。

他地域への展開のためには、防災に対する意識が高く、熱心な教員のいる学校現場での「点」の取り組みに留まらず、防災に関心の薄い学校現場や地域へ普及させる「面」の取り組みをより効率的に、より効果の高い取り組みが必要となる。本研究では、プログラムの開発段階から教育委員会や学校と連携を図り、現場教員を巻き込んだ防災教育

を実践しながら、プログラムの効果や活用方法等について、教員研修等を利用した効果的な普及啓発により、学校現場への利用促進を図っている。

具体的な展開としては、2015年1月、栃木県教育委員会は、竜巻被災校及び竜巻被災地域での実践成果を踏まえ、本研究で開発した竜巻防災教育プログラムを、竜巻災害を踏まえた竜巻防災教育用教材として、全県の学校現場で指導に活用するよう、県内の市町教育委員会等へ周知している。

県教育委員会が2014年度末に公立小中学校対象(n=540)を対象に実施した「防災教育等に関する取組状況調査」によると、竜巻(気象急変)を想定した避難訓練を年1回以上実施した学校が全体の約50%であったが、調査の取りまとめ時期に竜巻防災教育プログラムの提供を開始しており、学校現場でのプログラム利用が調査結果に反映されているかは不明であった。今後、教育委員会等と連携を図り、教員研修や防災イベント等を活用しながら、竜巻防災教育プログラムの利用促進を図っていく必要がある。

一方、防災教育支援の一つとして、他地域の教育機関においても竜巻に関する防災教育が実践できるよう、気象台ホームページに「防災教育支援ページ」¹⁹⁾を新設し、竜巻防災教育プログラムを自由にダウンロードできる環境を整えている。ダウンロードしたプログラムは、全て複製可能であり、学校現場にあわせて自由にカスタマイズできるように汎用的なファイル形式で提供している。このため、教員によって、プログラムの自校化が可能である。

6. 結論・今後の展開

本研究では、竜巻被災校の被害・対応と、これまでの竜巻防災教育の実態を分析し、インストラクショナル・デザイニングのアドீブプロセスの考え方を導入し、竜巻やその予兆現象を理解した上で、竜巻接近時の対応行動を学ぶこと及び竜巻発生を正しく認知した時に適切に判断をして迅速に行動する「竜巻災害への行動のパッケージ化」を学習目標とした竜巻防災教育プログラムを開発した。

本教育プログラムは、竜巻被災校の真岡市立西田井小学校、竜巻被災地域内の鹿沼市立津田小学校と同市立北犬飼中学校において、プログラム開発段階で学習効果の向上を確認しながら改善を図り、完成度を高めている。

本研究では、複数の学校でプログラムを実践し、竜巻発生を正しく認知した時に適切に判断をして迅速に行動するという点について、十分な教育効果が確認できた。

更に、防災専門家が介入しなくても、教育歴に関係なく、どの学校、どの教員でも、児童生徒との日常の教授学習過程の中で授業を可能にする竜巻防災教育プログラムとして、教育委員会からも高く評価され、栃木県では、全県の学校現場へ配布されたほか、文科省の委託事業である実践的安全教育総合支援事業でも活用されている。

今後の課題としては、発達年代に応じた指導ポイントを整理し、特別支援学校等への援用も可能となるよう、指導方法の整理も必要である。また、主体的に行動する態度を育成する学習目標については、先行研究による地震に対する対応行動訓練の効果¹⁸⁾に比べ、本研究で実践した竜巻に対する対応行動訓練は達成度が低かった。これは、多くの児童生徒が実際に竜巻に遭遇していないため、竜巻をよりイメージできる視覚的な教材の充実と、対応行動訓練の工夫が必要と考えている。

今後も、本研究のプロセスを活用し、様々なハザードに

対応した防災教育プログラムの提案を行いながら、学校現場が求める総合的な防災教育を支援する取り組みを展開していきたい。

謝辞

本研究の実施にあたりましては、多くの学校関係者の皆様から協力・支援を頂きました。竜巻防災教育プログラムの開発にあたりましては、栃木県教育委員会を始め、モデル地域となった真岡市教育委員会とモデル校の真岡市立西田井小学校、プログラムの実践・検証にご協力頂きました鹿沼市教育委員会及び協力校の鹿沼市立津田小学校と北犬飼中学校には大変お世話になりました。関係者の皆様には深く感謝申し上げます

参考文献

- 1) 気象庁, 竜巻等の突風データベース
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/tornado/index.html>
(2015年5月22日現在)
- 2) 竜巻等突風対策局長級会議(平成25年), 「竜巻等突風対策局長級会議」報告, 2013.
- 3) 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, 文部科学省, 2013.
- 4) 文部科学省, リーフレット「竜巻に対する学校の安全のために」, 文部科学省, 2014.
- 5) 気象庁, リーフレット「急な大雨・雷・竜巻から身を守ろう!」, 気象庁, 2013.
- 6) 気象庁, 防災啓発ビデオ「急な大雨・雷・竜巻から身を守ろう!」, 気象庁, 2013.
- 7) 奥田泰雄, 竜巻等突風災害に対応する内閣府の取り組み, 日本風工学会誌, 第39巻第2号, pp. 141-148, 2014.
- 8) 東日本大震災を受けた防災教育・防災管理等に関する有識者会議「東日本大震災を受けた防災教育・防災管理等に関する有識者会議」最終報告, 2012.
- 9) 喜々津仁密, 「学校」を対象にした竜巻対応マニュアル作成の考え方, 日本風工学会誌, 第39巻第2号, pp. 133-140, 2014.
- 10) 一井康二, 日本地震工学会誌, No19, pp. 27-32, 2013.
- 11) 永田俊光・木村玲欧, 竜巻災害時の児童・生徒の対応行動の解明をもとにした「生きる力」を高めるための竜巻防災教育プログラムの提案—平成25年9月2日埼玉県竜巻災害を事例として—, 地域安全学会論文集, No. 24, pp. 161-169, 2014.
- 12) 鈴木克明, e-learning 実践のためのインストラクショナル・デザイン, 日本教育工学会論文誌, 29(3), pp. 197-205, 2006.
- 13) 稲垣忠・鈴木克明, 授業設計マニュアル Ver. 2—教師のためのインストラクショナルデザイン, 北大路書房, 2015.
- 14) 木村玲欧・田村圭子・井ノ口宗成・堀江啓・林春男, ID理論を活用した東京都における生活再建支援の知識・技術向上のための教育・訓練プログラム設計手法の構築, 地域安全学会論文集, No. 18, pp. 433-442, 2012.
- 15) 東京大学地震研究所・防災科学技術研究所・京都大学防災研究所, 文部科学省委託研究 首都直下地震防災・減災特別プロジェクト 総括成果報告書, pp. 101-113, 2012.
- 16) 岩崎信・鈴木克明(監訳), インストラクショナルデザインの原理, 北大路書房, 2007. (Robert M. Gagne, Walter W. Wager, Katharine C. Golas and John M. Keller: Principles Of

- Instructional Design (5th ed.), Wadsworth Pub Co, Belmont, CA, 2004.)
- 17) 木村玲欧・林春男, 地域の歴史災害を題材とした防災教育プログラム・教材の開発, 地域安全学会論文集, No. 11, pp. 215-224, 2009.
 - 18) 永田俊光・木村玲欧, 緊急地震速報を利用した「生きる力」を高める防災教育の実践—地方気象台・教育委員会・現場教育の連携のあり方—, 地域安全学会論文集, No. 21, pp. 81-88, 2013.
 - 19) 宇都宮地方気象台, 「防災教育支援ページ【竜巻】」教育機関支援ページ
<http://www.jma-net.go.jp/utsunomiya/sub/bousaikyouiku-atumaki.html> (2015年5月22日現在)

(原稿受付 2015.6.6)

(登載決定 2016.1.23)