

# 日産科学振興財団 理科／環境教育助成 成果報告書

回次：第 3 回 助成期間：平成 18 年 11 月 1 日～平成 19 年 10 月 31 日

テーマ：災害想定を通じた環境リスク学習 ―環境問題を考える理科教育―

氏名：海上 智昭 所属：名古屋大学大学院教育発達科学研究科

## 1. 課題の主旨

災害に強い社会基盤の構築は、持続可能な社会の構築を目指す現代世界において緊急性の高い課題である。我が国は、世界屈指の技術大国であると同時に災害大国でもあることから、災害対策の分野で世界に貢献することが望まれており、また、貢献することも可能であると考えられる。しかし、現行の学習指導要領における自然災害リスク教育の位置づけは、中等学校で学習する理科の一単元に抑えられており、その内容も、災害の表面的な情報の提供にとどまる。災害に対する正しい知識の伝達と、教科書に書かれていることを文字情報として記憶するのではなく、より主体的に学習する（いわゆる、“me connection”を抱かせる）ために、より多くの工夫が求められていると考えられる。自然災害を理科で扱うことは、学習内容から考えて妥当であるだけでなく、既習の事柄（e.g., 気象、水の流れ方）を、実際の社会事象に投影して学ぶ機会を提供することも可能となるなど、多くの可能性を秘めると考える。近年の我が国では、学生の理科に対する拒否的な反応である“理科離れ”が問題視されており、PISA などの国際学力調査の結果を概観しても、理科科目における学力低下が顕著に示されている。理科離れの原因として、教科書に記載された情報や、学習する内容との関係を、自らの生活の中に見出せない点にあるとも考えられよう。そこで、本研究では、自然災害（水害）のリスクについて理科の授業時間を使用して主体的に学ぶことを可能とする新しい教材を作成し、授業プログラムを構築すること、そして、実際に中学生を対象として授業を実施し、災害に対するリスク認知における教育効果を測定することを目的とした。

## 2. 準備

本研究は、調査、開発、実践の3段階で構成された。

- ・現状の理科教育における教材の調査：現状の理科教育で使用されている教科書で扱われている内容の確認と、学習指導要領などを参照して、生徒が既に有している理科の知識を確認し、教育プログラムに含む内容の検討を行った。
- ・調査の結果得られた指針に従って、教材ならびに授業プログラムを作成した。
- ・中学生を対象として、理科の授業時間を用いて、授業プログラムを実践し、自然災害（水害）のリスク認知の枠組みから、当該教育プログラムの教育効果を測定した。

## 3. 指導方法

### 1) 調査研究

現在中等教育で使用されている理科の教科書ならびに資料集を参考に、災害に関する基本的な記が多い点について確認した。心理学的な研究の知見として指摘されている“想像力”や、“自分との関連付け”が、災害

リスク教育において果たす役割に注目し、より具体的かつ主体的に自然災害の本質や、防災科学技術の仕組みについて学習するために必要であると考えられる諸点について網羅する3コマ（50分×3コマ）の授業案を作成した。

## 2) 開発研究

作成された授業案をもとに、授業で使用する教材を作成した（詳細については教材開発の欄を参照）。また、自然災害の予知と、その危険情報の伝達・解釈の難しさを体験するための教育ゲームを開発した（詳細については教材開発の欄を参照）。

## 3) 実践研究

作成した教材を用いて、中学校の理科授業の一環として授業プログラムを実施し、自然災害リスクに対する意識や、防災科学技術（防災の仕組み）についての理解度などを測定し、本教育プログラムの教育効果を検討した。

## 4. 実践内容

### 1) 参加者

名古屋大学教育学部附属中学校3年生の2クラスを対象として、一連の授業プログラムを実施した。

### 2) 授業手続き

自然環境と私たちの生活という小単元の一部として、3コマ（1コマ=50分）を3週間に渡って実施した。第一回の授業では自然災害（水害）について学習するに際して、最低限必要になる事柄の復習（気象、水の循環など）を行った。基本的に、1回目の授業は、既習事項の復習作業に充てた。第二回目以降の授業では、[自然災害に対する認識のズレ](#)や、水の流れと地形とを考えながら[被害状況を見積もる](#)こと、の2点を学習することを目的とした。第二回の授業では、防災科学技術の一環として、ハザードマップを紹介した。ハザードマップの[存在を知らせることは目的とせず](#)、ハザードマップが[どのように作成されているのか](#)について、[浸水想定（はん濫解析）](#)という科学的手法の概要を紹介した。その後、生徒が居住する街の中心部の地図を用いて、浸水想定区域図の作成を求めた。地形（標高や、道路など）と、水の流れとを考えて、浸水深を想定し、地図に着色するよう求めた。第三回目の授業は、作成した浸水想定区域図と、発行されているハザードマップとの照合作業を行った。その後、教育ゲームを体験し、情報提供者と被提供者にわかれて、リスク情報を伝えることの難しさや、リスク情報を[解釈することの難しさ](#)について体験する時間を設けた。

## 5. 成果・効果

### 1) 調査研究

授業開始前に測定された自然災害リスク認知と、防災科学技術に関する知識についての指標得点と、授業後に測定された得点を Table 1 に示す（事前・事後で有意な差が見られたもの）。

Table 1 The assessment items and scores

	Pre-lecture		Post-lecture		t
	M	SD	M	SD	
Thinking about floods makes me nervous	2.94	0.48	2.04	0.69	6.88***
I think I live in a place where there is a high flood risk	2.09	0.80	3.04	0.95	4.59***
<del>Building more banks will minimize the flood risks</del>	<del>2.23</del>	<del>0.60</del>	<del>2.81</del>	<del>0.61</del>	<del>4.05**</del>
I think floods will strike the place where I live	2.21	0.78	2.51	0.91	1.49***
I think my house will be flooded above floor level if a flood strikes	1.62	0.81	3.40	0.81	8.54***
I worry about floods when there is a downpour	1.68	0.69	3.38	0.74	9.21***
<del>I have seen the hazard map of my neighbour</del>	<del>1.98</del>	<del>0.88</del>	<del>3.13</del>	<del>0.96</del>	<del>5.30***</del>
<del>I know how hazard maps are being made</del>	<del>1.45</del>	<del>0.50</del>	<del>2.36</del>	<del>0.99</del>	<del>5.60***</del>
<del>There will be no floods if they build more banks</del>	<del>2.74</del>	<del>0.64</del>	<del>2.17</del>	<del>0.70</del>	<del>3.58**</del>
I don't understand the reason why they spend tax to build banks	2.94	0.48	2.04	0.69	6.88***

Note. \*\*\*p<.01, \*\*p<.05; Items which did not show significant difference are not shown

自然災害リスクの本質について学習した結果として、自然災害リスクが、科学技術の力によって完全になくされる種類のものであるとする、科学技術に依存した発想を改め、自助・共助の考え方が身につけられた傾向を示す結果となっていると考える。また、ハザードマップが作成される過程についての理解得点も上昇しており、はん濫解析など、中学生向けにはやや難解な題材を使用した内容ではあったものの、ハザードマップについての知識を向上させる効果はあったと考える。より長い授業時間を使用すること、もしくは、液体の流れ方などについて扱う単元の一環として本プログラムを実施することによって、ハザードマップの作成過程に関する知識はより向上すると考えられる。ハザードマップという図面を、一枚の地図として見るのではなく、どのような情報を、如何に処理することによって作成されるものであるのかを理解することを通して、主体的（能動的）な防災教育を行うことを目的とした本教育プログラムの目的は達成されたと考えられる。（発表論文により詳しい記述あり）

## 6. 所 感

授業の感想欄に、“いつもの理科っぽくなくて楽しかった”，“洪水も計算すれば見えるものだと分かった”，といった記述が多数あり、ハザードマップという地図の存在を伝達する現行理科教育よりも、本プログラムのような、自らの手と頭を使用して学ぶ機会の提供が学習者からも求められていることを実感した。生徒の作業への取り組みも非常に積極的であったことから考えても、昨今問題視される理科離れは、生徒が理科に対して無条件に拒否反応を示しているわけではなく、できるだけ自分の生活と関連付けて教育する工夫の欠落という点にも起因するという点が、改めて確認されたと考える。防災教育という視点からも、理科教育という視点からも、生徒から得られた反応には大きな手ごたえを感じた。

## 7. 今後の課題や発展性について

本研究は、今後様々な展開可能性を秘めると考える。まず、中学生を対象として、より詳細なはん濫解析の情報を教育するプログラムの開発には、理科に対する興味喚起という枠組みで考えても、非常に大きな可能性があると考えられる。また、本プログラムでは、水の流れ方や水の循環、気象事象等の基本知識を復習してから、災害リスクについて学習する流れを採用しているが、関連する単元との関係をより強調するためにも、防災教育を単元化して実施する試みとは別に、関連単元の付録的な内容として扱うような教育プログラムの構築を視野に入れた教育方法の提案が今後望まれると考える。また、より多くの理科的な知識を有する高校生や大学生を対象とし、はん濫解析に関連するより専門的な説明を多く含む教育プログラムの作成も、社会規模での防災力向上のためには望まれるところであろう。

## 8. 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事

### 論文

1. 海上智昭・元吉忠寛・土屋耕治・高橋伸行・吉田俊和（2007）. 中等教育における災害リスク教育の可能性—あたらしいリスク教育のありかた—, 名古屋大学中等教育センター紀要, 7, p. 25-39
2. Unagami, T., Motoyoshi, T., Takai, J., & Yoshida, T. (under review). Implementation of Flood Maps into Disaster Education Programme. (他, 査読中のもの 1 件)

### 口頭発表

1. Unagami, T., Motoyoshi, T., Takai, J., & Yoshida, T. (2007, September). Learn to Picture the Natural Disasters: Implementation of Risk Maps to Flood Risk Education. Paper presented at the 26th meeting 2007, Japan Society of Natural Disaster Science, Hokkaido University, Hokkaido, Japan. (The Excellent Presentation Award 受賞)

2. 海上智昭・元吉忠寛・高井次郎・吉田俊和 (2007). 水害リスクコミュニケーション体験支援ゲームの発展. 第26回日本自然災害学会学術講演会講演概要集, 北海道大学
3. Unagami, T., Motoyoshi, T., Takai, J., & Yoshida, T. (2007, June). Alea Iacta Est: Development of a New Risk Communication Tool “RisCom”. Paper presented at the 54th annual conference of the Japanese Group Dynamics Association, Nagoya University, Nagoya, Japan.

### 【教材制作方法】

- ・実施内容が教材開発の場合、ここから1～2ページ使って、教材の制作方法を記載願います
- ・実施内容が教材開発でない場合、このページ以降を削除願います

自然災害（水害）リスクについて学ぶに際し、リスク事象の本質に関する理解を深めるため、本研究では独自の教材を作成した。なお、当初教師向けマニュアルを作成することを想定していたが、学習者自らが記入することで、自分の手でマニュアルを作っていく教材を準備することによって、学習対象との関与度を高めることを狙った。

#### ねらい

一連の授業を通して共通することであるが、自然災害に対して本質的な理解を促進させること、主体的な学習を促進させることをねらいとした。自然現象としての降雨や水の循環に始まり、近年の自然災害の被害状況、防災のための技術の紹介など、すべてにおいて、これまでの教材に見られない角度からの説明を試みた。また、インフラに対する過度な信頼が、これまでに大きな災害をもたらした歴史や、自らを助けること、お互いを助けることの大切さを伝えることをねらいとした。加えて、自然災害という事象が、時と場所を選ばないこと、100年に一度の大雨が、あくまで確率論的な表現方法であり、自然災害を確立論的にとらえる発想の大切さについて、伝えることをねらいとした。

教材の（理科教材としての）主たる目的は、はん濫解析という手法があることを生徒に知らせること、また、浸水想定区域図の作成過程を紹介することをとおして、どのようにハザードマップが作成されているのかを学習させることであった。また、中学校で学習する基本的な理科の知識が基となって、はん濫解析のような複雑な計算が実施されていることを紹介することで、理科が現実場面でのどのように役に立てられているかを紹介することも目的とした。

#### 形態（ポートフォリオ）

教材としては、ポートフォリオ形式を採用し、学習者が自らの防災学習教科書をファイリングしていくという形式をとっている。また、授業では直接扱わない防災情報や、液体の流れ方などの基本事項を確認するための問題のページも作成しており、この教材を持つことによって、（一回の授業を欠席したとしても）一連の授業内容が掌握できるような構成になっている。

#### 記載事項の概要

浸水想定区域図の作成に先立ち、基本的な事項の確認として、水の循環、気象予報、それぞれについて確認するページを設けた。これらのページの作成に際しては、現行の教科書の内容をまとめつつ、学習者にとってより身近であると想定される概念図や画像などを使用することで、興味の喚起をねらった。水の循環図についてだけ考えても、教材で使用されている図面には“ダム”といった人工的な要因も含まれていることによって、自然環境の要因のみを図示するものよりも、現実味を帯びた内容になっていると考えられる。ま

た、気象予報についての確認のページでは、教科書に記載されていない事柄（日本の気象予報の考え方など）について説明を加えることで、[復習を繰り返すことによる授業の倦怠化を防ぐ](#)よう、配慮した。

#### 本プログラムの核部分の記載

浸水想定区域図の作成過程を紹介するページは、[本教育プログラムの中心に位置する](#)ものである。ハザードマップの基図となる浸水想定区域図を作成するための作業として、どのような状況想定が行われるのか（e.g., 100年に一度の大雨）という点から、[メッシュを用いた浸水想定、浸水想定に基づくメッシュの着色](#)など、一連の流れを図示した。この点については、ハザードマップに関する認知度が必ずしも高くはない昨今、非常に低いことが想定されたので、できるだけ[詳細かつ平易に](#)説明することを心がけた。イラストなどは全て自作し、内容の校閲を、実際に[はん濫解析を行うコンサルタントに依頼し、修正が必要なイラストや表現は改善を加えた。](#)

また、はん濫解析について、中学生にも分かるよう、平易な表現を使用しながら、川の流れを計算するための考え方にはどのような種類のものがあるのか、どのような基準があるのか、など、基本的な情報を紹介するページも、コンサルタントの協力を得ながら作成した。また、たとえばベルヌーイの法則などの式を掲載することは最後まで議論されたが、中学生向けであることと、入門的な内容を扱う教材であることを考慮し、掲載しないこととした。今後、更なる検討が必要であると考えられる。

#### 理科が社会で果たす役割の伝達

理科で学ぶ知識が[どのように社会で使用されているのか](#)を、実際に知ってもらうことで、いわゆる理科離れを減速させることも、本教育プログラムのねらいの一つである。理科の知識の有効性や面白さ、大切さを伝えるメッセージとして、はん濫解析を行うコンサルタント（いであ株式会社）から、“現場の声”として原稿を作成していただき、巻末に掲載した。また、同欄において、災害に強い社会基盤の構築のために欠かすことのできない思想である、[“自助”、“公助”、“共助”の思想についての紹介も記載された。](#)自らを助けることの大切さ、お互いを助けることの大切さ、そして、公の機関への過度な信頼を戒めるメッセージを掲載し、紹介することで、[インフラ整備に対する過度な信頼の危険性や（e.g., 東海豪雨）、](#)自らの行動の欠如が招く大災害について考えさせる機会を提供した。

#### 附録・・・リスクコミュニケーション体験支援ゲーム RisCom マニュアル

本研究と並行して開発された、リスクコミュニケーション体験支援ゲームである、RisCom について、そのルールを簡潔に紹介するためのページを附録として設けた。そもそも RisCom は、マニュアルや、学校に備わっていないものを購入することを必要としない、[誰でも、どこでも、誰とでも実施可能なゲーム](#)として開発されているが、限られた授業時間で一斉に実施する状況を考慮して生徒が随時ルールを確認することができるよう、ルール解説のためのページを添付した。ゲーミングであり、直接理科教科との関連性は低いものの、当該ゲームを体験することを通して、自然災害と確率の関係、自然災害リスク情報の認知の不確かさを実際に体験させることを目的としているため、本授業プログラムの内容として、不可欠なものであると判断した。

#### 附録・・・その他

災害や防災に対して、普段生徒が触れる機会が希少であると考えられる最新の政策（e.g., 国土交通省による“まるごとまちごとハザードマップ”の試みなど）を紹介するページの作成や、川の形状と水の流れ方の関係について復習することができる小問題コーナーなどを設けた。また、はん濫解析がコンピュータによって計算されていることを紹介するために、いくつかのプログラムのスクリーン画像を挿入しながら、[はん濫解析の実際についても紹介する](#)など、水害という災害ならびに、水害を極力低減するための“公助”の仕

組みについての紹介を，適宜挿入した。

#### 協力団体

なお，本教育プログラムの作成，とりわけ，教材の作成に際しては，多くの専門機関からご多忙中にも関わらず無償で情報提供・ご協力をいただくことができた。特に，いであ株式会社，国土交通省中部地方整備局の専門的なご助言や資料提供なくして，本教材の作製は実らなかった。また，印刷に際して，株式会社ウエルオンにより，本教材の目的にご賛同の上，割安な価格設定での印刷にご協力頂いた（敬称略）。ここに，皆様の誠実なご尽力を明記させて頂くとともに，心からの感謝を記す。