

震災発生時の移動手段を考える教材の試作

菊池 輝*・菅原 啓治*・中井 周作***

Prototype of the Education Program and Material for the Mode Choice in the Earthquake Disaster

Akira KIKUCHI, Keiji SUGAWARA and Shusaku NAKAI

Abstract

In the Great East Japan Earthquake, many people lost their lives in evacuation by the car. From this fact, the mode choice in the earthquake disaster is regarded as important. Our survey in 2012 showed that the factors that influence the choice of evacuation mode are classified into the two: the situation which evacuee is surrounded and the event which evacuee encounters.

From this background, this study developed the education program and material to be able to learn the importance of the appropriate mode choice in the earthquake disaster. Concretely, the decision-making during refuge driving is reproduced as the Sugoroku Game. In this education program, the players propose the lesson as the wisdom that is useful for the future evacuation after exchanging opinions about their judgment and undecidedness.

1. はじめに

自動車を運転中に大地震が発生した場合、運転者の取るべき行動は何であろうか。東日本大震災以前の「交通の方法に関する教則」（昭和53年国家公安委員会告示第3号）においては、大地震が発生し、あるいは、地震災害に関する警戒宣言が発せられた場合の車の運転者のとるべき措置として、「避難のために車を使用しないこと」と記述されていた。すなわち、自動車での避難は原則として禁止ということである。しかし、東日本大震災において多くの住民が自動車を使用して避難している。発災時に避難場所や高台から遠い海岸付近などにいた場合、避難場所まで遠く車で移動しないと間に合わない。このような実態を受け、「交通の方法に関する教則」は平成24年3月21日に改正され、徒歩による避難を原則としつつも、「津波から避難するためやむを得ない場合を除き、避難のために車を使用しないこと」となった。すなわち、住民一人ひとり

が各自の判断で、「適切な移動手段」を選択する必要性が示されたと言える。しかしこの「適切な」移動手段をどのように選択すれば良いのだろうか。

著者らは平成25年度の調査をもとに、大震災発生時の移動手段に影響を及ぼす状況と要因について整理を行ったところ、「自分を取り巻く状況」と「遭遇する出来事」の二つが抽出された¹⁾。すなわち、状況や遭遇する出来事により適切な行動は個々人で異なり、自動車による移動も適切な行動になり得ると言える。

しかしこの判断は即時的に行わなければならない、また状況・遭遇する出来事も時間の経過と共に動的に変化し予測不能であることから、マニュアル化や実効的な避難訓練は困難である。

そこで本研究では、先行研究¹⁾から導き出される結論「様々な状況下で適切な移動手段を選択することの重要性」を学習することを可能とする防災教育教材を試作することを目的とする。この教材を活用することで、震災が起こった際の適切な移動手段の選択の一助となることを目指す。なお、教材活用の対象は日常生活の中で自動車を利用する可能性を有する沿岸部住民とした。これは上述のように、東日本大震災以降、津波が想定されるような大地震発生時の自動車避難の

2014年10月21日受理

* 都市マネジメント学科准教授

** 大学院土木工学専攻博士前期課程1年

*** 都市マネジメント学科 客員研究員

考え方が変化したことに加えて、自動車は習慣性の高い移動手段であり、自動車から自動車以外への手段変更は容易ではないことによる。

2. 既往研究の整理と本研究の目的

2.1 防災教育の主な既往研究

矢守らは阪神淡路大震災の経験から「防災ゲーム・クロスロード²⁾」を開発している。これは災害時に遭遇する、正解のないジレンマ状況の選択問題をゲーム化したものであり、全国規模で豊富な実践例を有している。

吉川³⁾は防災教育におけるゲーミング技法の柔軟性について示している。ゲームを通して様々な意見や考えを知ることにより、新しい意見や考え方に気が付くことが出来る。ゲーミングはそれをより自然な方法で引き出すことが出来る。ゲーミング技法を取り入れた教育の最大の特徴は「誰もが先生になる可能性をもつ」ことである。また、先生から一方的に知識を伝授されるという従来の「先生-生徒」の関係とは異なる新しい関係を導くことも可能であると述べている。

後藤⁴⁾はシミュレーター形式教材による防災教育の有効性について紹介している。ここでのシミュレーターは「心の中のシナリオ」と言うべきものに焦点をあてたものである。「心の中のシナリオ」とは、私たちが自分で知覚したことを過去の経験や様々な知識などを重ね合わせて確認するためのものである。このシミュレーションの特徴は三つある。「災害発生時に直面する具体的な意思決定場面を想定している」「意思決定の内容に応じてシミュレーターのストーリー展開が変化する」「意思決定の違いによるストーリー展開の違いを比較できる」ということだ。シミュレーションを何度も行うことで「心の中のシナリオ」をプレイヤーが模索することが出来るようになっていと述べている。

2.2 本研究の目的

防災教育の重要性に議論の余地はないが、その方法論については一様とは言えない。これは、1.で述べたように、発災時の「自分を取り巻く状況」と「遭遇する出来事」の二つが避難行動に影響を及ぼすと考えられるためである。本研究では、先行研究¹⁾の成果である「ケースバイケースでの適切な状況判断」に着目し、防災教育を支援する教材を開発することとする。

ここで、教材開発の方向性となる「避難時の適切な

判断を学習させる」ための要件を整理する。

(1) 経験を積む

人間はヒューリスティクスに基づく意思決定を行うと言われており、経験の少ない事象は、生起する可能性も低く見積もる心理的傾向がある⁵⁾。すなわち自分で経験を積むことにより、危機的状況への遭遇可能性を過小評価せずに、適切な状況判断に繋がると考えられる。

防災教材の中で経験を積ませるには、短時間で繰り返し取り組めること、また繰り返しの度に異なる状況を体験できる工夫が必要である。よって本研究で開発する教材では、15分程度のシナリオを複数作成する。

(2) 経験を学習へと繋げる

教材による仮想的な経験を学習へと発展させるためには、自己の判断とその結果を有機的に結びつける必要がある。そのためには様々な状況でどのような判断を下したのかを正確に記録する工夫が教材に必要である。記録された自己の判断の履歴を自己認識する、すなわちメタ認知⁶⁾的活動を通して学習効果の向上が期待できる。

(3) フェイルセーフの意思決定

震災時の避難行動という文脈で、死という最悪の結末を想定すれば、「適切な判断」とは「結果、逃げ延びて生存すること」であると言える。すなわち震災時の避難行動においては、最悪の結末を回避するために、フェイルセーフの意思決定（確実に安全となる判断を行う）が求められる。

本研究で開発する教材では、プレイヤーに常に最悪の結末を想定させるために次の工夫を施す。

- ・各シナリオは、津波の来襲によって終了する。

- ・ゴール地点に到着したプレイヤーには、逃げ延びたことを実感できるように得点等を与える。

(4) 多面的な状況判断の学習

後藤⁴⁾が指摘しているように、「意思決定の違いによるストーリー展開の違いを比較できる」ことが防災教材では重要である。本研究では、自分自身の行動のみを学習対象とするだけでなく、他者の判断とその結果を把握することで、意思決定の違いとストーリー展開の違いを学習できるよう工夫する。具体的には、プレイヤー全員で意見交換を行い、この教材（シナリオ）から学んだことを「教訓（今後の避難行動に役立つ知恵）」として整理することを促す。

以上の要件を考慮し、仮想的に最悪の結末を想定しつつ多くの避難経験を積むことを可能とする、ゲーミ

ング手法を取り入れた防災教材を開発することを本研究の目的とする。なお、2.2 (4) で述べたように、参加者全員で教訓を整理する段階までを一つの教材として考える。

3. 教材開発

3.1 概説

2.1 で取り上げた教材「クロスロード」は実践例も豊富であり、防災教材の開発にあたり取り入れるべき特徴も多い。しかしクロスロードには「時間軸」が存在しない。クロスロードで取り扱われる意思決定場面は、単純なものに限定しており、一つの意思決定が次の質問（選択）に影響を与えるものではない。しかし、震災時の避難行動という一つの目的に沿った意思決定場面を取り扱う場合、時間軸は無視できない。これは1. で述べた「自分を取り巻く状況」「遭遇する出来事」は、避難の過程で、すなわち時間の進行とともに変化するためである。

そこで本研究で提案する防災教材では、一つの選択が次の選択にも影響があることを意識させ、時間の経過と共に変化する状況下で、適切な移動手段の選択をプレイヤーが判断できるように工夫をする。具体的には、時間軸（時間の経過）を意識しやすく、老若男女問わず複数名で行うことができる「ボードゲーム型のすごろく」という形式を採用することとした。

3.2 すごろくボード（盤面）

本研究のすごろくボードは、東日本大震災の被災地の一つである石巻市をモデルとし、道路の位置（マス目）や高台・避難場所の位置などは実際の石巻市の地図をベースに作成した。このすごろくボードには「緑

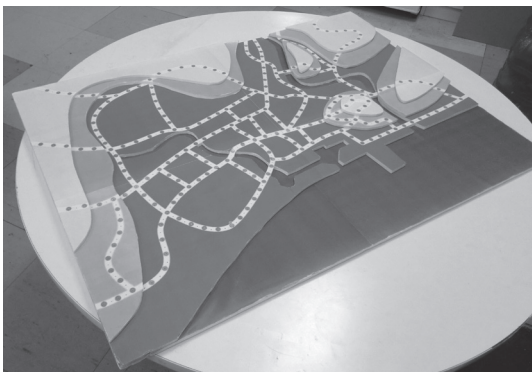


図-1 すごろくボード（盤面）

（平地）・黄緑（坂道）・黄（高台）」の3段階の高さを設定した。実際のすごろくボードを図-1 に示す。

3.3 教材実践の流れ

ゲームは、平時に自動車で移動中、大地震が発生したという仮定で始まる。プレイヤーはそれぞれ異なるスタート地点から、津波が来襲する前にゴール地点に到達することを目標とする。ゴール地点（避難場所や高台）は複数存在し、プレイヤーはどのゴール地点を目指しても構わない。またゲーム進行中に各自が目指すゴールを変更しても構わない。とにかく、いち早く安全な場所へ避難することを目標とする。

ゲームはプレイヤー全員がゴール地点に到達するか、あるいは津波が来襲した時点で終了する（2.2 (3) 参照）。なお津波が来襲するタイミングはシナリオによって異なる。

ゲームが終了したら、ゲームの振り返りを行う。振り返りは2段階で構成し、まずは各自が用意されたワークシートを記入する形で自分の行動を振り返る。その後、他者の選択行動や選択理由を把握させることを目的とした、プレイヤー全員による意見交換を行う。その意見交換ののち、プレイヤー全員で「教訓」を提案してもらう（2.2 (4) 参照）。

教材実践の全体フローを図-2 に示す。

3.4 シナリオ

この教材は、短時間で様々な経験を効率的に学習するために、時間経過と共に変化する状況と遭遇する出来事を発生させる（再現する）「シナリオ」を作成した（2.2 (1) 参照）。参加するプレイヤーの他にゲー

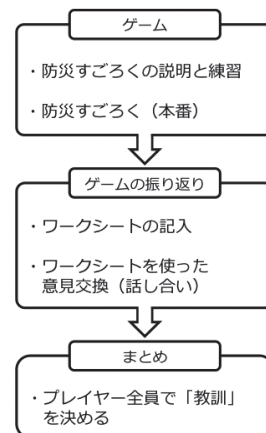


図-2 教材実践の流れ



図-3 移動手段の選択に用いるカード

ムを進行させる「ゲーム進行役」を1名設定し、津波の到着する時間や発生する通行止めのイベント（出来事）は、シナリオに沿ってゲーム進行役が統制する。

シナリオは、プレイヤーが遭遇する複数のイベント（出来事）と、複数の津波到着時刻を組み合わせて4種類作成した。当該教材は自動車避難の意思決定を対象としているため、ゲーム中のイベント（出来事）は「倒木による通行止めが発生」「突然渋滞に巻き込まれる」といった交通状況に関するものとした。シナリオによる違いは以下の通りである。

- ・津波到着予定の時間
- ・通行止めの有無
- ・通行止めの発生時間
- ・通行止めの発生場所

3.5 移動手段の選択

このすぐろくは「カード」を使用してマスの移動を行う。カードには「車」「徒歩」の2種類があり（図-3）、移動する際は毎回どちらかのカードを選択し、引いたカードに書かれたマスの数だけ自身のコマを移動する。カードに記載された「マスの数」は徒歩（1 or 2マス）よりも車（2 or 3マス）の方が大きい値となっており、3.6に示すイベント（出来事）に遭遇しない限り車の方が有利にゲームを進めることができる。また徒歩カードは、自動車を乗り捨てるという意味を含んでおり、一度徒歩を選択すると、以降は車を選ぶことはできない。この「乗り捨てる」という行動選択は、当該ゲームにおいて重要な意思決定になる。

3.6 プレイヤーの判断の記録（カード置き場）

ゲーム終了後の振り返りを実効的に行うために、各回の毎回の判断を正確に記録する必要がある（2.2（2）

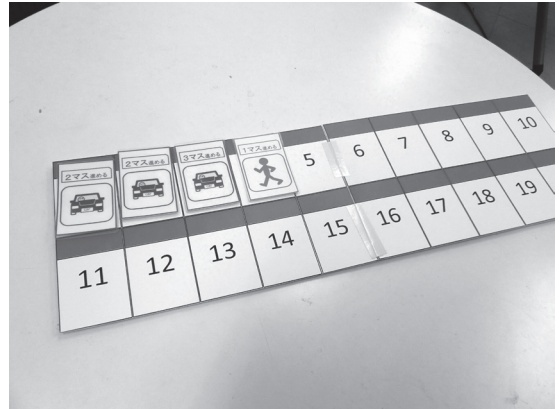


図-4 行動判断履歴記録のためのカード置き場

参照）。本教材では図-4のような「カード置き場」を各プレイヤーの手元に置き、各自が引いたカードを置いてもらうことで、判断の履歴を記録することとした。

3.7 イベント（出来事）の発生

シナリオによって、「渋滞」「通行止め」のイベント（出来事）が発生することがある。車で移動中、イベント（出来事）に遭遇した場合には、移動手段を徒歩へ変更する／渋滞を回避し他の道・ゴールを目指す／渋滞が解消するのを待つ、等の判断をしなければならない。なお、徒歩で移動している際にイベント（出来事）に遭遇しても、通行には影響は及ぼさないものとしている。

以下、「渋滞」「通行止め」の詳細を説明する。

(1) 渋滞

図-3に示した車カードの一部には、「渋滞」カードが含まれている（図-5）。プレイヤーが車カードを選択した際に、裏面に「渋滞」と書かれていた場合は、サイコロを振り、出た目によって以下のように行動が制約される。

- ・サイコロの目が1,2,3：大渋滞で全く進めない
- ・サイコロの目が4,5：渋滞で1マスしか進めない
- ・サイコロの目が6：渋滞解消で2マス進める

一度「渋滞」と書かれたカードを引くと、サイコロの6の目「渋滞解消」が出るまで渋滞は継続する。すなわち渋滞が解消するまで毎回サイコロを振り続けるか、車を乗り捨てて徒歩での移動に変更するかを判断しなければならない。

(2) 通行止め

渋滞以外にも自動車での移動が制限される場合があ



図-5 渋滞カード

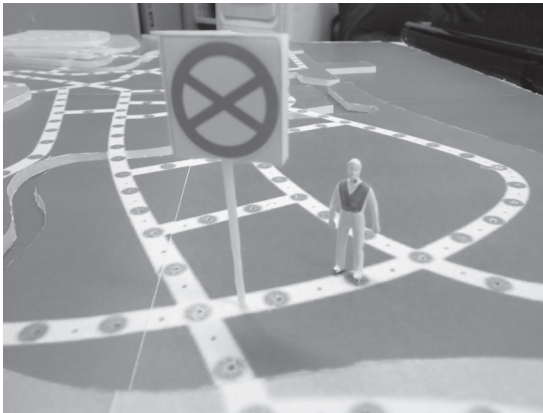


図-6 通行止めの発生

る。自動車での移動中に、道路の陥没や地割れ、建物の倒壊で進むことが不可能となった場合「通行止め」となる。3.3で述べたように「通行止め」はシナリオによって発生時間や発生場所が異なる。通行止めが発生した場合、マスの上に通行止めを伝える「ピン」をゲーム進行役が設置する（図-6）。通行止めとなったマスは車で通過することはできないが、徒歩であれば通過可能である。そのため車で避難を続けるならば、経路や目的地を変更する必要が生じる。もしくは移動手段を徒歩へと変更しなければならない。

3.8 津波情報の入手

プレイヤーは「車」「徒歩」カードの代わりに、津波の来襲予定時間を知ることができる「津波情報カード」を引くことができる。このカードを選択すると、ゲーム進行役から津波の予定到着時間が当該プレイヤーに知らされる。津波が到着する時間を知ることが



図-7 安心カード

できれば、目指すゴール地点から距離や時間を逆算し計画的に行動できる。ただし、津波情報カードを使用した場合、そのターン（周回）は移動することはできない。

3.9 シナリオの終了

津波が到着するまでに避難場所や高台にゴールすることができたプレイヤーには「安心カード」（図-7）がゲーム進行役から配られる。これは逃げ延びたことを実感できることを意図した工夫である（2.2（2）参照）。

この安心カードを入手できた（できなかった）理由については、3.9で述べる意見交換の際に論点としてもらう。

3.10 ワークシートの記入と意見交換

各シナリオ終了後に、各自の「移動」「意思決定」を振り返るワークシートを記入する。このワークシートは「自動車を乗り捨てたかどうか」など単純に各自の行動を振り返るほか、「もしも、車を乗り捨てるタイミングが遅かったらどうなっていたと思うか」といった各自の選択行動結果に「if」を与えている。ワークシートの記入後、ゲーム進行役のもと、プレイヤー全員で意見交換を行い、今回のシナリオ（ゲーム）で得た「教訓」を作成してもらう（2.2（4）参照）。

3.11 ゲームの拡張

基本シナリオをもとにして、次のようなルールやカードを導入することで、ゲームを拡張することができる。異なるストーリー展開を作り出すことができる。

（1）津波の高さの変更

基本シナリオでは、津波来襲時に「避難場所」もしくは「黄色い高台」までたどり着かなければならない。しかし現実的な状況を想定すると、来襲する津波の高



図-8 逆走カード

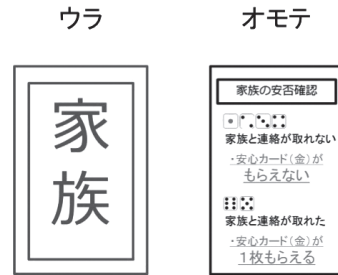


図-9 家族の安否確認カード

さを避難途中に正確に把握することは難しい。そこで次のようなルールを追加することも可能である。

津波の高さは来襲するまで不明であり、来襲時(ゲーム終了時)にゲーム進行役がプレイヤーに「今回の津波による浸水エリアは黄緑色と緑色です」「今回は陸地への浸水はありませんでした」など津波の高さを事後に知らせることとする。

このルールを追加した場合は、「もし津波の高さが低いことを知っていたら、あなたの避難行動は変わりましたか」という質問を追加したワークシートを使用し、ゲームの振り返りを行う。

(2) 逆走カード

「逆走カード」をゲームに追加すると、渋滞に遭遇した次のターン(周回)に、一度だけ渋滞を無視してコマを進めることができる。すなわち、渋滞に遭遇したプレイヤーは、車での避難を継続する(サイコロを振る)/車を乗り捨てて徒歩で移動する/反対車線を逆走する、という3選択肢から自分の行動を判断することになる。「逆走する」を選択した場合、山札から逆走カードを1枚引き、確率的に「逆走が成功」か「失敗」かが決まる(図-8)。成功した場合は一気に4マス進むことができるが、失敗した場合は「事故を起こして2ターン(周回)進めない」。事故を起こし車が壊れているため2ターン(周回)後には強制的に徒歩移動となる。この逆走カードはゲーム中一度のみ使用できる。

逆走カードを追加した場合、「逆走した(しなかった)プレイヤーをどう思うか?」という質問を追加したワークシートを使用する。

(3) 家族の安否確認カード

「家族の安否確認カード」をゲームに追加すると、「3.4 移動手段の選択」の手続きにおいて、プレイヤーは「車での移動する」「徒歩で移動する」「家族に連絡

を取り安否を確認する」の3肢選択の判断を行う。すなわち移動時間を犠牲にして家族の安否確認を試みるかの状況判断がストーリーを変化させることになる。「家族に連絡を取り安否を確認する」場合は、「安否確認カード」を1枚引き、確率的に「家族と連絡が取れる」か否かが決定する(図-9)。

家族と連絡が取れた場合のみ、プレイヤーは「金色の安心カード」をもらうことができる。

安否確認カードを追加した場合、「避難途中で安否確認を行った(行わなかった)理由は?」という質問を追加したワークシートを使用する。

4. 教材の実践例

4.1 実践の概要

東北工業大学の学生7人を対象とし3人および4人の2グループを構成し教材に取り組んでもらった。

各グループに対して、まずゲームのルールを説明した後、ルールの確認と発生するイベント(出来事)、カードの使い方をかねて「練習シナリオ」を行いゲームの進め方を確認した。ここで練習シナリオではあらかじめ津波が到着する時間をプレイヤーに伝えているため津波情報カードの使用は行わない。

練習シナリオの終了後に、津波情報カードの説明をし、ゲームを開始した。シナリオは、通行止めが発生しないシナリオ1と、通行止めが発生するシナリオ2の二つのシナリオを各1回ずつ、計2回のゲームを行った。

練習シナリオ

- ・津波到着時間は8ターン(周回)目(全プレイヤーに事前に告知した)
- ・通行止めは4ターン(周回)目に発生
- ・通行止めは4ヵ所発生



図-10 教材の実践風景

シナリオ1

- ・津波到着時間は10ターン（周回）目
- ・通行止めは発生しない

シナリオ2

- ・津波到着時間は12ターン（周回）目
- ・通行止めは3ターン（周回）目に発生
- ・通行止めは5ヵ所発生

シナリオ終了毎にワークシートの記入と意見交換を行い、シナリオごとに教訓を一つ提案してもらった（図-10）。

4.2 意見交換

最初のグループのシナリオ1では、真っ先にゴールに辿り着いたプレイヤーは、車カードを選択し続けたプレイヤーであった。また、近くのゴール地点を選択したことで確実に安心カードを手に入れることができた。このことからシナリオ1では「できるだけ近くのゴール地点を目指す」という教訓が提案された。

シナリオ2では車を選択し続けたプレイヤーがゴールにたどり着けなかった。これは通行止めが発生し、徒歩で移動するよりも自動車で迂回した方が早いと判断した結果ゴールにたどり着けなかったことが原因であると振り返っている。このことからシナリオ2での教訓は「自動車を乗り捨てるタイミングを状況に応じて考える」と提案された。

次のグループでは全般的に「津波の情報」についての意見交換が多く行われた。効率的にゴールを目指すために津波情報カードを引き、結果1ターン（周回）の移動時間が犠牲になり、ゴールできなかったプレイヤーがいた。そのため「情報を聞かなければ、ゴール

できたのではないか」という振り返りがなされた。一方、ゴールに到達したプレイヤーは津波情報カードを選択していなかった。このことからシナリオ1では「情報を得るよりも行動すること」という教訓が提案された。

シナリオ2では、津波情報について更に突っ込んだ意見交換が行われ、避難開始直後の情報収集は計画的な避難行動に繋がるが、渋滞に遭遇した状態での情報収集行動は焦りを誘発し、冷静な判断がしにくくなるという意見が出された。

また両グループともに共通したのは、シナリオ1よりもシナリオ2の方が、津波来襲前にゴールに辿り着いた人数が多かった点であった。

5. ま と め

本研究では、震災発生時の移動手段を考える防災教材を開発した。津波が到着するまでにゴール地点に到着することが、実際の避難行動での最終目標であるが、この教材では、その「実際の避難行動」を実践するために、平時において様々な状況を想定し、個々の状況に応じた判断の多様性を学習するものである。誰もが大きな震災というものに遭遇する可能性があり、実際に震災が起こってしまった場合、混乱する状況の中で様々な選択を自分自身で行わなければならない。時間の経過と共に動的に変化する状況・遭遇する出来事の中、津波が到着するまでという限られた時間内に、適切な移動手段の選択・判断を即時的に迫られる。実際の避難行動での最終目標である避難場所・高台など、安全な場所への移動ルートは一つではなく、個々で移動手段の選択も異なる。震災発生時の移動手段には一つの正解というものがないため、仮想的に様々な経験を積むことで、実際に震災が発生した際、適切な移動手段の選択・判断を行うことに繋がると考えられる。

東北工業大学の学生を対象に教材の実践例において、ゴールに辿り着いたプレイヤー数は、シナリオ1よりもシナリオ2の方が多かった。本教材を実践することにより、プレイヤー同士の経験を共有し、教訓や反省点を複数人で考えることにより、次のゲームで適切な移動手段の選択・判断を行うことに繋がった結果ではないだろうか。

参 考 文 献

- 1) 中井周作・菊池輝・小川和久・太田博雄：震災

- 時の避難手段選択に影響を与える状況・要因の整理. 土木計画学研究・講演集 (CD-ROM), No. 47 (2013).
- 2) 矢守克也・吉川肇子・網代剛: 防災ゲームで学ぶリスク・コミュニケーション, ナカニシヤ出版, 2005.
 - 3) 吉川肇子: 防災教育にゲーミングを生かす, 自然災害科学, Vol. 24, No. 4 (2006), pp. 363-369.
 - 4) 後藤隆一: 防災の知識を「シナリオ」として理解する策, 自然災害科学, Vol. 24, No. 4 (2006), pp. 376-382.
 - 5) Tversky, A., & Kahneman, D.: Availability: A heuristic for judging frequency and probability. *Cognitive Psychology*, 5 (1973), 207-232.
 - 6) Flavell, J.H.: Metacognitive aspects of problem solving, In L.B. Resnick (Ed.), *The Nature of intelligence*, pp. 231-236, 1976.