

野外において主体的な避難行動を促す

シナリオベース学習支援システムの開発とその評価

畠山 久^{*1,2}, 永井正洋^{*3,1}, 室田真男^{*4}

*1 首都大学東京 学術情報基盤センター

*2 東京工業大学 大学院社会理工学研究科

*3 首都大学東京 大学教育センター

*4 東京工業大学 リベラルアーツ研究教育院

A Development and Evaluation of Scenario-Based Learning Support System for Proactive Disaster Evacuation Drills in the Field

Hisashi Hatakeyama^{*1,2}, Masahiro Nagai^{*3,1}, Masao Murota^{*4}

*1 Library and Academic Information Center, Tokyo Metropolitan University

*2 Graduate School of Decision Science and Technology, Tokyo Institute of Technology

*3 University Education Center, Tokyo Metropolitan University

*4 Institute for Liberal Arts, Tokyo Institute of Technology

野外における避難訓練を通じた自助意識の向上を目指し、モバイル端末を用いたシナリオベースの学習支援システム "ES3" を開発した。野外でも利用できるようスタンドアロンで動作するクライアントアプリケーションと、データを非同期で集約し共有するサーバアプリケーションから構成される。本システムを用いた学習の評価のため、野外における避難訓練とその振り返り学習から構成される授業を高等学校において実施した。避難開始地点が同じであっても学習者によって避難場所の選択が異なることから、学習者の主体的な判断で避難経路や避難場所を選択していたと考えられる。自らの判断で行動する避難訓練として、本システムを用いた手法に一定の有用性が認められた。また、主観調査結果からは防災意識の向上と共に、危険な箇所や避難できる箇所を意識し、具体的に説明できるようになったことが認められた。

キーワード: 防災教育, 学習システム開発, 避難訓練, 野外学習, 授業実践

1. はじめに

東日本大震災以降、日本国内では防災・減災への意識が高まっている。学校現場においても、震災直後から防災教育のあり方について議論がなされている。一例として、文部科学省の有識者会議⁽¹⁾では「自らの命を守り抜くための主体的に行動する態度の育成」を今後の防災教育の方向の一つとして提言している。

被災時に身の安全を守るという観点では、避難訓練

が広く行われている。災害発生時にすぐ対応できるよう繰り返し練習することが目的であるが、限られた状況の訓練であり、主体的に行動することを目的としたものとは言い難い。そこで、従来の避難訓練を拡張したものとして、ICT 活用型避難訓練⁽²⁾が提案されている。実際に移動を伴う避難訓練において、携帯する端末にデジタル教材を提示しアドベンチャーゲームのように避難が擬似体験できるとされている。

2. 目的

本研究では、ICT活用型避難訓練を通じて学習者自身の判断・行動を訓練し自らの命を守ることへの意識（自助意識）の向上を目指す。このために、野外において自らの判断で避難行動をとる訓練を通じた学習をデザインし、この学習を支援するシステムを開発した。そして、学校現場における授業実践を通じ、学習による効果を検討する。

3. 学習活動の検討

3.1 学習活動

学校教育において日常的に実施される避難訓練では、遭遇する状況や避難経路が決められており、教師からも行動を指示されることが多い。しかし、「主体的な判断」を学習者に促すためには想定されにくい状況・指示がない状況での訓練が良いと考える。そこで、本研究では野外における避難訓練を通じた学習を実施する。

想定される状況に対して安全性・危険性を判断するためには、災害に関する一般的な知識が必要である。地域によって発生する出来事の想定も異なるため、地域の特徴も理解する必要がある。また、避難訓練後には判断や行動を振り返ることが有効であると考えられる。

以上を踏まえ、下記の活動からなる学習活動を設計した。

- 判断のための知識の学習

- 野外における避難訓練
- 避難訓練結果の振り返り

3.2 システム要件

学習活動のうち、「野外における避難訓練」と「避難訓練結果の振り返り」についてはシステムの支援が必要と判断した。学校内での避難訓練と異なり、野外では訓練開始のアナウンスや状況の伝達などが行えない。そこで、訓練の状況を学習者に伝達する仕組みが必要となる。野外における活動であるため、安全管理やサポートの観点から教師は学習者の現在位置がリアルタイムに分かることが望ましい。また、学習者の判断や行動はデータとして記録する必要がある。野外学習後にはこれらの記録を用いた振り返りを行うため、データを学習者間で共有し閲覧できる仕組みが求められる。

以上を踏まえ、システムの主要な要件として下記3点を整理した。

- 訓練における仮想的な状況を提示する機能
- 判断・行動を記録する機能
- 記録を共有し閲覧する機能

野外での利用となるため、本学習支援システムはタブレットコンピュータ等のモバイル端末で動作する必要がある。また、通信が常時行えるとは限らないため、スタンドアロンで動作することが望ましい。



図 1 ES3 の利用イメージ

4. システム開発

4.1 全体設計

検討したシステム要件を踏まえ、本研究における学習を支援するシステム”ES3”を開発した(図1)。クライアントはAndroid端末で動作し、通信が利用できない状況でも動作するスタンドアロンのアプリケーションとして実装した。クライアントアプリケーションはGPSを用いて端末の現在位置を常時取得する。また、教室環境など通信が利用できる状況下でクライアントのデータを同期し、ブラウザ上で全ての学習者の記録を閲覧できる機能を有するサーバアプリケーションを合わせて開発した。

4.2 訓練における仮想的な状況を提示する機能

訓練時に仮想的な状況を学習者に提示するため、Google Play services location APIs に用意されているジオフェンス^③を用いる。予め半径20~40mほどの円形領域をジオフェンスとして設定しておく。端末では常時GPSによって位置情報を取得しており、携帯した学習者がこの領域内に到着したときイベントとしてアプリの変化を起こすことができる。

この仕組みを用いて、クライアントアプリケーションでは、位置に応じた状況と、その地点における行動の選択肢が警告音と共に「イベント」として提示される(図2)。学習者は今いる地点の平常時を観察し、提示された状況を踏まえ災害時の状況をイメージして安全性や危険性を考える。そして、判断を理由と共に記録する。地域全体に避難中の出来事となる障害物や二次災害などのイベントを配置し、特定の地点に訓練開始のイベント、地域内の避難場所には訓練終了のイベ



図2 イベント発生画面

ントを設置する。これらのイベントのセットを本研究では「シナリオ」として定義する。

4.3 判断・行動を記録する機能

イベントにおける判断は、学習者の選んだ選択肢や理由や位置情報と共に端末のローカルデータベースに記録される。また、同時に端末の位置情報も、GPSを用いて最短10秒ごとに取得し記録される。これにより、学習者がどのような経路で行動したか、あるいはどこでどのようなイベントに遭遇しどういった判断を行ったかを避難訓練の記録として蓄積できる。これらの記録は訓練の振り返りで利用できる。

4.4 記録を共有し閲覧する機能

クライアントアプリケーションは基本的にスタンドアロンで動作するが、通信が行える際にサーバとデータを同期する。ローカルのデータベースに蓄積されたデータを差分更新でサーバに反映させ、学習者全体の記録を集約する。集約した記録は地図上に重畳表示され、ブラウザで閲覧できる。

また、通信が確立しているときは端末の現在位置をサーバに常時送信するよう設計し、サーバアプリケーションには端末位置を地図に集約しリアルタイムで更新表示する画面を実装した。教師はブラウザで閲覧することで、学習者の現在位置を常に把握できる。

5. 授業実践

5.1 概要

開発したシステムを用いた学習デザインの検証のため、2015年9月から11月にかけて千葉県内の公立高等学校第1学年(4クラス、計111名)を対象に授業実践を行った。総合的な学習の時間の一単位として、全4回の授業を同時並行で各クラス担任が実施した。全体の実施スケジュールを表1に示す。学習者は4名前後のグループに分かれ、システム利用のために各グループに1台のタブレット端末(ASUS Nexus7(2013)またはLenovo YOGA Tablet2(8 inch))を貸与した。いずれの端末も野外でデータ通信が行えるよう、通信回線契約を結んだSIMカードまたはWi-Fiルータをセットにしている。

表 1 実施スケジュール

実施日	時間	学習内容
9月3日	110分	基礎的な知識の学習 システム利用練習
10月8日	120分	野外における避難訓練(1)
11月5日	120分	野外における避難訓練(2)
11月28日	100分	訓練結果の振り返り

5.2 学習目標の設定

本実践では、学校周辺の地域の特徴を踏まえ、災害時に自らの命を守る行動を考えることを学習目標とした。本校は千葉県内房地域に位置し、海岸線から1.3kmほど内陸にある。川沿いに位置しており本校の敷地の標高は8mほどだが、海岸近くにある最寄り駅までの通学路の途中には標高40mほどの地点もあり、周囲は起伏に富んでいる。

行政発行の地震ハザードマップ⁽⁴⁾では、この地域の川沿いを中心に最大で震度6強の揺れが想定されている。この想定を踏まえ、この地域が震度6強の揺れに見舞われたと仮定して、専門家の知見を参考とし学校周辺の半径1kmほどの地域内に45件の災害イベントを作成した。この内訳を表2に示す。なお、イベントは後述のシナリオで共通とした。

避難訓練の開始地点となる被災地点は地域内に5箇所を設定し、それぞれが開始地点となるシナリオとして

表 2 設置したイベント

イベントの種類	件数
障害物	13
道路の破損(ひび割れ等)	6
崖崩れ	5
ガラスの飛散	4
火災	3
共助(助けを求められる)	3
家屋倒壊	2
浸水	2
津波警報	2
塀の倒壊	2
切れた電線	2

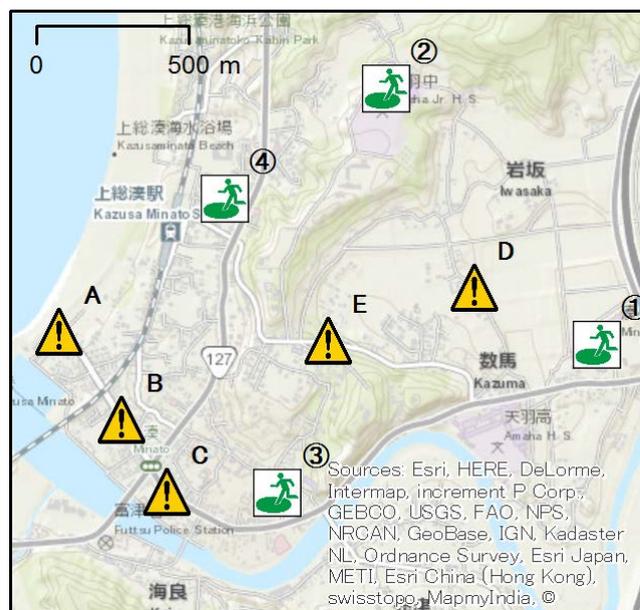


図 3 被災地点と避難場所の配置
 図中 A~E は各シナリオの被災地点(訓練開始地点)、
 ①~④は地域における避難場所を示す

各グループに割り振った。また、終了地点である避難場所は、津波を想定した場合に地域で指定されている4箇所の避難場所を設定した(図3)。そして、10月8日・11月5日の2回にそれぞれ85分の避難訓練学習を実施した。グループ毎の活動には教師は同伴せず、サーバに集約される学習者の現在位置を参考に地域各所を巡回することで学習者の安全性を確保した。

6. 結果

6.1 学習記録

2回の避難訓練では、5つのシナリオを各グループにランダムに振り分けて実施した。訓練結果として、シナリオごとに選択された避難先の数を表3に示す。時間内に避難場所まで到達しなかったグループはその他として分類した。

避難行動中には、グループ平均4.1回のイベントに遭遇している。

6.2 システム評価

システムの利用評価のため、野外における避難訓練の実施後にそれぞれアンケートを実施した。この結果を表4に示す。いずれの項目も5段階評価(1:全くあてはまらない~5:よくあてはまる)とした。各項目とも平均得点は3.6程度であった。10月8日・11月

表 3 シナリオ毎の避難場所の選択結果

シナリオ	避難場所	件数
シナリオA	避難場所①	2
	避難場所②	2
	避難場所③	5
	避難場所④	2
	その他	0
シナリオB	避難場所①	2
	避難場所②	1
	避難場所③	3
	避難場所④	3
	その他	1
シナリオC	避難場所①	2
	避難場所②	1
	避難場所③	5
	避難場所④	1
	その他	1
シナリオD	避難場所①	6
	避難場所②	2
	避難場所③	0
	避難場所④	0
	その他	1
シナリオE	避難場所①	2
	避難場所②	2
	避難場所③	0
	避難場所④	3
	その他	2

5 日の差異は小さく、いずれの項目も対応のある t 検定で有意差は認められなかった。

6.3 意識調査

学習者の災害に対する意識の変化と学習効果を検証するため、学習前と学習後にアンケートを実施した。項目 1～10 は元吉ほか(2005)を参考とした防災意識尺度項目、項目 11～16 は学習の目標である自助意識の

変化を検証するため、防災・減災に係る自己効力感を測る項目を独自に設定した。いずれの項目も 5 段階評価での回答とした。

表 5 では各項目の平均得点を前後で比較した。ほとんどの項目で平均得点が向上している。対応のある t 検定の結果、16 項目中 11 項目で有意差が認められた。

7. 考察

7.1 システムの有効性

表 4 に示したシステム評価項目の得点からは、学習者から本システムが良い評価を受けていることがわかる。また、アプリケーションの操作だけではなく、貸与した端末やシステムで用いた基図 (Google Maps) も良い評価を受けている。結果として、主観的評価としては今回の学習活動で災害時の状況をイメージすることができたと考えられる。

また、表 3 に示した学習記録からは同じシナリオであっても学習者によって避難場所の選択が異なることが分かる。それぞれのシナリオにおいて、「近くに避難所があったから」などの理由で最寄りの避難場所へ避難しているグループが認められる。一方で、離れた避難場所へ避難しているグループも一定数認められる。例えば避難場所②はいずれのシナリオでも避難しているグループがいるが、ここは地域内の避難場所のうち最も標高の高いところに位置している。シナリオ A・B・C では避難場所②までの距離は離れているが、訓練開始の時点で津波の危険性を考え遠くても高いところに逃げようと考えた学習者が選んでいたようである。それぞれのグループにおいて、各自の判断基準に基づいて避難場所を選んで行動したことから、主体的な行動を促すことができていたと考えられる。

表 4 野外学習におけるシステム評価項目の得点比較

	N	10月8日		11月5日	
		M	SD	M	SD
防災学習で使ったタブレット端末は操作しやすかった	101	3.70	0.975	3.65	1.126
防災学習で使ったシステムは操作しやすかった	101	3.64	0.912	3.64	1.154
システムに表示された地図は見やすかった	101	3.72	1.078	3.67	1.123
システムに表示された災害イベントはわかりやすかった	99	3.76	0.970	3.66	1.108
システムに考えやコメントを記録する方法はわかりやすかった	100	3.54	0.947	3.58	1.037
システムが記録した情報を確認する方法はわかりやすかった	101	3.60	0.939	3.55	1.063
防災についての学習活動では、災害時の状況をイメージすることができた	101	3.57	0.952	3.56	1.053

表 5 学習前後の意識調査項目の得点比較 (*: $p<.05$, **: $p<.01$)

	N	事前		事後	
		M	SD	M	SD
1 貴重品などをすぐ持ち出せるように準備している	107	3.36	1.085	3.43	1.304
2 災害時の家族との連絡方法を決めている*	107	2.62	1.171	2.92	0.245
3 災害時に避難する場所を決めてある*	107	2.89	1.305	3.21	0.316
4 ラジオ(やラジオ放送が聴けるオーディオ機器)を持ち歩いている	107	1.79	1.108	1.88	1.139
5 携帯電話を常時持っている	107	4.45	1.066	4.52	0.904
6 救急処置法(応急救護の仕方)を知っている*	107	2.49	1.136	2.79	1.174
7 消火器の使い方を知っている**	107	2.40	1.331	2.76	1.352
8 地震や水害に備えた行動をとっている**	107	2.43	1.740	2.83	1.068
9 地域の防災訓練に参加している**	106	1.86	1.099	2.57	1.598
10 防災関係の講演や催し物に参加したことがある**	106	2.15	1.315	2.63	1.463
11 学校外で、地震発生時に危険な場所について判断できる**	107	3.20	1.120	3.54	0.984
12 学校外で、地震発生時に避難できる場所を確認するようにしている**	107	2.57	1.150	3.21	1.172
13 学校外で強い揺れを感じたとき、その場で自分の身を守ることができる	107	3.53	1.102	3.60	1.054
14 学校外で強い揺れを感じたとき、揺れが収まった後に安全な場所まで避難することができる	107	3.58	1.010	3.74	0.894
15 学校外で強い揺れを感じたとき、危険と考えられる場所が具体的に説明できる**	107	2.68	1.024	3.08	1.011
16 学校外で強い揺れを感じたとき、どこに避難すれば良いか具体的に説明できる**	107	2.60	1.050	3.01	0.895

各シナリオにおける避難所への最短経路上には、通行せずに引き返すなど避難経路の変更を促すイベントを複数設置していた。実際に避難経路を変更したグループも認められたが、経路を変更せずにそのまま進んだグループもいくつか認められた。その理由として「避難所がすぐ近くにあるからそこまで安全にたどり着ければいい」といった意見が見受けられた。この点に関しては、イベントの危険性が客観的に提示されていなかった可能性があり、より臨場感・逼迫感を与えられるような提示方法を検討する必要があると考える。

7.2 防災意識の変化

表5に示した主観調査結果からは、学習者の防災意識の向上が認められる。また、防災・減災に係る自己効力感として、6項目中4項目で有意差が認められた。このことから、本研究における避難訓練学習を通じて、野外においても災害時を想定し備える意識が醸成されたと考えられる。また、訓練中に災害時に起こりうるイベントを経験することで、危険な箇所や避難する場所といった地域の状況を理解し、具体的に説明できるようになったと考えられる。

8. まとめ

本研究では、学習者の自助意識の向上を目的とし、野外において自らの判断で避難するICT活用型避難訓練を取り入れた学習活動をデザインした。そして、この学習を支援するシステム“ES3”を開発した。

本システムの有用性と学習効果の検証のため、野外における避難訓練とその振り返りからなる授業実践を高等学校で実施した。同じシナリオであっても学習者によって避難場所の選択が異なっていることから、学習者の主体的な判断で避難経路や避難場所を選択していたと考えられる。自らの判断で行動する訓練として、本システムを用いた手法に一定の有用性が認められた。また、主観調査結果からは防災意識の向上と共に、危険な箇所や避難できる箇所を意識し、具体的に説明できるようになったことが認められた。

謝辞

本研究の実施にあたり、千葉県立天羽高等学校に授業実践のご協力をいただきました。関係者の方々に厚く御礼申し上げます。また、授業設計にあたりご助言をいただきました日本大学第三中学校・高等学校柴山愛先生に感謝申し上げます。

本研究はJSPS 科研費 15H02933「モバイル端末を利用した野外防災学習支援システムの開発と評価」の助成を受けたものです。

また、本研究の一部は、大会講演⁶⁾および研究報告⁷⁾にて報告いたしました。

参考文献

- (1) 「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,

- http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/sports/012/toushin/1324017.htm (2017年2月6日確認)
- (2) Mitsuhashi, H., Sumikawa, T., Miyashita, J. et al.: “Game-based evacuation drill using real world edutainment”, *Interactive Technology and Smart Education*, Vol. 10, Iss. 3, pp.194-210 (2013)
- (3) Creating and Monitoring Geofences,
<https://developer.android.com/training/location/geofencing.html> (2017年2月6日確認)
- (4) 富津市地震ハザードマップ,
<http://www.city.futtsu.lg.jp/0000000115.html> (2017年2月6日確認)
- (5) 元吉忠寛, 松井豊, 竹中一平, 新井洋輔, 水田恵三, 西道実, 清水裕, 田中優, 福岡欣治, 堀洋元: “広域災害における避難所運営訓練システムの構築と防災教育の効果に関する実験的研究”, *地域安全学会論文集*, Vol.11, No.7, pp.425-432 (2005)
- (6) 畠山久, 永井正洋, 室田真男: “モバイル端末を用いた避難訓練支援システムの開発”, *日本教育工学会第31回全国大会 大会講演論文集*, pp.225-226 (2015)
- (7) 畠山久, 永井正洋, 柴山愛, 室田真男: “シナリオベースのモバイル学習システムを用いた野外における避難訓練学習の実践とその評価”, *日本教育工学会研究報告集*, Vol. 16, No. 1, pp.387-392 (2015)